



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **EVALUACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y EL HÁBITAT DE *Crocodylus intermedius* Y OTROS CROCODRILIANOS EN EL RIO BITA (VICHADA, COLOMBIA)**

**Manuel Felipe Parra Torres**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Área Curricular de Biología

Maestría en Ciencias-Biología

Bogotá, Colombia

2017



# **EVALUACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y EL HÁBITAT DE *Crocodylus intermedius* Y OTROS CROCODRILIANOS EN EL RIO BITA (VICHADA, COLOMBIA)**

**Manuel Felipe Parra Torres**

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en Ciencias – Biología**

Directora:

PhD. Olga Lucia Montenegro

Profesora Asociada

Instituto de Ciencias Naturales

Codirector:

Dr. Rafael Ángel Moreno Arias

Investigador Junior

Grupo de Biodiversidad y Sistemática Molecular

Instituto de Ciencias Naturales

Línea de Investigación:

Manejo y Conservación de Vida Silvestre

Grupo de Investigación:

Conservación y Manejo de Vida Silvestre

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Área Curricular de Biología

Maestría en Ciencias-Biología

Bogotá, Colombia

2017

## Agradecimientos

A Olga Montenegro y Rafael Moreno por el acompañamiento y asesoría durante el desarrollo de este trabajo de investigación, que permitió la evolución de una idea a la construcción de una tesis de maestría.

A la Universidad Nacional de Colombia y al postgrado en Ciencias – Biología, por el apoyo institucional en la construcción, realización y el desarrollo del proyecto de investigación.

A Wild Conservation Society (WCS), por la financiación para el desarrollo del presente trabajo a través de la beca “John Thorbjarnarson Fellowship for Reptile Research”. A German Forero, Carlos Saavedra, María Paula Barrera y demás integrantes del equipo de trabajo de WCS Colombia, por su apoyo en la organización de la logística, el contacto inicial con los pobladores y todo el apoyo brindado en campo

A Álvaro Velásquez Suarez, por la compañía y apoyo en la realización del trabajo de campo en el río Bitá. A la profesora María Cristina Ardila del ICN, por el apoyo y colaboración en el préstamo y suministro de equipos y materiales.

A la fundación Pedregosa, Canapro Bitá y al campamento de pesca Morichales por el apoyo brindado en la logística, durante todas las salidas de campo. A la fundación Orinoquia y Julio, Álvaro y Rosario Novoa por el apoyo brindado en el almacenamiento de los equipos y el contacto con los motoristas. A los señores Tirso, Luis, Ober, Lucho, a los hermanos Fuentes, a la señora Yorleny y Doña Patricia por toda su hospitalidad y apoyo brindado en el trabajo de campo.



Finalmente quiero agradecer a toda mi familia y en especial a mis padres Carlos Parra y Angélica Torres, por su apoyo incondicional y siempre creer en mis capacidades como profesional.



## Tabla de Contenido

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>X</b>
<b>INTRODUCCIÓN GENERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>1. CAPÍTULO 1. EVALUACIÓN DE LAS POBLACIONES DE COCODRILIANOS DEL RÍO BITA, VICHADA, COLOMBIA. ....</b>	<b>11</b>
1.1 RESUMEN .....	11
1.2 ABSTRACT .....	11
1.3 INTRODUCCIÓN .....	12
1.4 ÁREA DE ESTUDIO .....	12
1.5 METODOLOGÍA.....	15
1.5.1 Muestreo de cocodrilianos .....	15
1.5.2 Abundancia y estructura de las poblaciones.....	16
1.5.3 Análisis de datos.....	17
1.6 RESULTADOS.....	18
1.7 DISCUSIÓN .....	23
1.7.1 Presencia de cocodrilianos .....	23
1.7.2 Abundancia de cocodrilianos .....	24
1.7.3 Estructura de las poblaciones.....	26
1.7.4 Variación temporal y espacial de los cocodrilianos .....	27
1.7.5 Relación entre especies.....	29
1.8 CONCLUSIONES .....	29
1.9 REFERENCIAS.....	16
<b>2. CAPÍTULO 2. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL HÁBITAT RELACIONADAS CON LOS COCODRILIANOS A LO LARGO DEL RÍO BITA, VICHADA, COLOMBIA.....</b>	<b>37</b>
2.1 RESUMEN .....	37
2.2 ABSTRACT .....	38
2.3 INTRODUCCIÓN .....	38
2.4 ÁREA DE ESTUDIO .....	39
2.5 METODOLOGÍA.....	40
2.5.1 Muestreo del hábitat .....	40
2.5.2 Bosque de ribera .....	41

2.5.3	Sítios de refugio.....	42
2.5.4	Sítios de reproducción.....	42
2.5.5	Disponibilidad de presas.....	43
2.5.6	Análisis de datos.....	43
2.6	RESULTADOS.....	45
2.6.1	Bosque de ribera.....	45
2.6.2	Sítios de refugio.....	46
2.6.3	Sítios de reproducción.....	46
2.6.4	Disponibilidad de presas.....	47
2.6.5	Variación espacial y temporal de las variables del hábitat.....	47
2.6.6	Relación de la abundancia de <i>Caiman crocodilus</i> y <i>Paleosuchus palpebrosus</i> , con las variables del hábitat en el río Bita.....	47
2.7	DISCUSIÓN.....	48
2.8	CONCLUSIONES.....	52
2.9	BIBLIOGRAFÍA.....	53
<b>3.</b>	<b>CAPÍTULO 3. DISTRIBUCIÓN Y VARIACIÓN DE LA PRESIÓN HUMANA, Y APROXIMACIÓN A LA PERCEPCIÓN SOBRE LOS COCODRILIANOS EN EL RÍO BITA, VICHADA, COLOMBIA.....</b>	<b>57</b>
3.1	RESUMEN.....	57
3.2	ABSTRACT.....	58
3.3	INTRODUCCIÓN.....	58
3.4	ÁREA DE ESTUDIO.....	60
3.5	METODOLOGÍA.....	61
3.5.1	Muestreo de la presión humana.....	61
3.5.2	Percepción sobre cocodrilianos.....	62
3.5.3	Análisis de datos.....	62
3.6	RESULTADOS.....	62
3.6.1	Presión humana.....	62
3.6.2	Percepción sobre los cocodrilianos.....	66
3.7	DISCUSIÓN.....	67
3.8	CONCLUSIONES.....	69
3.9	REFERENCIAS.....	70
<b>4.</b>	<b>SÍNTESIS Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>73</b>
4.1	SÍNTESIS.....	73
4.2	RECOMENDACIONES.....	75
4.3	BIBLIOGRAFÍA.....	76

## Lista de figuras

<b>Figura 1-1:</b> Cuenca hidrográfica (verde) y cauce (gris) del río Bitá y ubicación de los transectos (T) donde se recopiló la información de poblaciones de cocodrilianos. ....	15
<b>Figura 1-2:</b> Gráfico de cajas y bigotes de los valores máximos y mínimos, promedio y desviación estándar de la población estimada (PE) en número de individuos de <i>Caiman crocodilus</i> para los diferentes transectos a lo largo del río Bitá. Parte alta (puntos), parte media (línea discontinua) y parte baja (línea continua) del río Bitá. ....	20
<b>Figura 1-3:</b> Gráfico de cajas y bigotes de los valores máximos y mínimos, promedio y desviación estándar de la población estimada (PE) en número de individuos de <i>Paleosuchus palpebrosus</i> para los diferentes transectos a lo largo del río Bitá. Parte alta (puntos), parte media (línea discontinua) y parte baja (línea continua) del río Bitá. ....	21
<b>Figura 1-4:</b> Número de individuos observados por categoría de tamaño de <i>Caiman crocodilus</i> , para tres épocas de muestreo a lo largo del río Bitá, Vichada, Colombia. ....	22
<b>Figura 1-5:</b> Número de individuos observados por categoría de tamaño de <i>Paleosuchus palpebrosus</i> , para el río Bitá, Vichada, Colombia. ....	22
<b>Figura 2-1:</b> Gráfico de componentes principales 1 y 2. Componente principal 1 (COMP 1); componente principal 2 (COMP 2), época de mayor precipitación (LL), época de menor precipitación (MP) y época de inicio de precipitaciones (IP). ....	48
<b>Figura 3-1:</b> Mapa del área de estudio, donde se muestra la cuenca del río Bitá y los municipios del departamento del Vichada, Colombia. ....	60
<b>Figura 3-2:</b> Frecuencias de las categorías de presión humana a en las diferentes épocas de muestreo a lo largo del río Bitá, Vichada, Colombia. ....	63
<b>Figura 3-3:</b> Mapa de densidad de puntos de la presión humana permanente a lo largo del río Bitá, Vichada, Colombia. ....	64
<b>Figura 3-4:</b> Mapa de densidad de puntos de la presión humana temporal de la época de mayor precipitación a lo largo del río Bitá, Vichada, Colombia. ....	65
<b>Figura 3-5:</b> Mapa de presión humana temporal en la época de menor precipitación a lo largo del río Bitá, Vichada, Colombia. ....	65
<b>Figura 3-6:</b> Mapa de presión humana temporal en la época de inicio de precipitaciones a lo largo del río Bitá, Vichada, Colombia. ....	66

## Lista de tablas

<b>Tabla 1-1:</b> Transectos, repeticiones por época de muestreo y coordenadas de los sitios de muestreo en el río Bitá, Vichada, Colombia.....	16
<b>Tabla 1-2:</b> Número máximo (No. Max) de individuos observados, fracción visible (FV), población estimada (PE) y abundancia relativa (AR) para <i>Caiman crocodilus</i> y <i>Paleosuchus palpebrosus</i> a lo largo del río Bitá, Vichada, Colombia en las diferentes épocas de muestreo y transectos.....	18
<b>Tabla 2-1:</b> Significados de los lugares de reproducción, refugio e ítems alimenticios para cocodrilianos evaluados a lo largo del río Bitá, Vichada, Colombia. ....	41
<b>Tabla 2-2:</b> Categorías, variables del hábitat y valores de las diferentes variables para los diferentes transectos a lo largo del río Bitá. Promedio $\pm$ desviación estándar; número de muestras (épocas de muestreo).....	45
<b>Tabla 2-3:</b> Autovalores, porcentaje de varianza y acumulación de la varianza del análisis de PCA para las variables del hábitat en el río Bitá, Vichada, Colombia. ....	49
<b>Tabla 2-4:</b> Análisis de varianza para evaluar la significancia del modelo de regresión multilíneal entre los componentes principales del hábitat y la abundancia relativa de <i>Caiman crocodilus</i> en el río Bitá, Vichada, Colombia. ....	50
<b>Tabla 3-1:</b> Categorías para agrupar los registros de la presión humana a lo largo del río Bitá. ....	61

# Introducción general

El Orden está representado por tres familias: Crocodylidae, Alligatoridae y Gavialidae, ocho géneros y 23 especies (Rueda-Almonacid *et al.*, 2007). Colombia es el país con mayor riqueza de cocodrilianos del mundo con seis especies, cuatro géneros y dos familias. En Colombia la familia Crocodylidae está representada por dos especies, el caimán aguja o cocodrilo del Magdalena (*Crocodylus acutus*) que habita en las cuencas caribe, Magdalena y Pacífico y el caimán llanero o cocodrilo del Orinoco (*C. intermedius*) que habita en la cuenca del Orinoco. La familia Alligatoridae está representada por cuatro especies: *Caiman crocodilus* distribuida en todo el país, *Melanosuchus niger* en la cuenca del Amazonas, *Paleosuchus palpebrosus* y *P. trigonatus* en la cuenca del Amazonas y Orinoco (Morales-Betancourt *et al.*, 2013).

Para las especies de cocodrilianos distribuidas en la Orinoquia se han adelantado estudios poblacionales que han permitido evidenciar la tendencia a la disminución de *C. intermedius* (Medem, 1981; Lugo, 1996; Ardila-Robayo *et al.*, 2001; Ardila-Robayo *et al.*, 2002; Seijas *et al.*, 2010; Espinosa-Blanco & Seijas, 2012; Babarro, 2014). Otros estudios también han permitido conocer los patrones en la variación temporal y espacial de la abundancia de los cocodrilianos, especialmente para *Ca. crocodilus* y *P. palpebrosus*, que están influenciados por la dinámica fluvial y la segregación en el uso de los microhábitats (Seijas 1986; Llobet & Seijas, 2003; Pacheco-Álvarez, 2009; Espinosa-Blanco & Seijas 2010; Moreno *et al.*, 2014). En cuanto a las relaciones entre la abundancia relativa de las especies con las variables del hábitat, se ha descrito que el cocodrilo del Orinoco se asocia a sitios que ofrecen buenos recursos para la reproducción y de refugio para neonatos y juveniles (Thorbjarnarson & Hernández, 1993; Bonilla-Centeno & Barahona-Buitrago, 1999; Seijas & Chávez, 2002). Para *Ca. crocodilus* y *P. palpebrosus* se ha evidenciado que se asocian a sitios con buenas coberturas vegetales y sitios de refugio (Campos *et al.*, 1995; Cabrera *et al.*, 2003; Botero-Arias, 2007; Campos *et al.*, 2007; Pacheco-Álvarez 2009; Moreno-Arias *et al.*, 2013).

Históricamente los cocodrilianos han enfrentado una alta amenaza por la cacería, para el aprovechamiento de sus pieles, lo cual ocasionó que muchas poblaciones se vieran seriamente diezmadas y que algunas especies hoy estén en peligro de extinción. En la actualidad el aprovechamiento de pieles se ha regulado y controlado en el mundo, y ahora los cocodrilianos enfrentan amenazas directas como la cacería ilegal de pieles,

muerres por desconocimiento y temor, además de la cacería de subsistencia al ser considerados como fuente de proteína animal para algunas comunidades (Morales-Betancourt et al., 2013; Grigg & Kirshner, 2015). En cuanto a las amenazas indirectas para los cocodrilianos, se ha reportado que la degradación del hábitat, el ahogamiento en redes de pesca y el tráfico fluvial tiene consecuencias negativas sobre sus poblaciones (Morales-Betancourt et al., 2013; Grigg & Kirshner, 2015).

Particularmente las tres especies más grandes de cocodrilianos de Colombia, *C. intermedius*, *C. acutus* y *M. niger*, enfrentaron la cacería indiscriminada por el alto costo de sus pieles desde principios a mediados del siglo XX. Esa cacería diezmoó drásticamente algunas poblaciones mientras que otras poblaciones desaparecieron en algunas zonas del país (Medem, 1981). Por lo anterior actualmente *C. intermedius* se encuentra en Peligro Crítico (CR) de extinción según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), *C. acutus* En Peligro (EN) y *M. niger* en Vulnerable (VU) (Morales-Betancourt et al., 2015).

El único cocodriliano que presenta una categoría de amenaza en la Orinoquia Colombia es *C. intermedius*, el cual es un cocodrilo de gran tamaño que fue muy abundante antes del año de 1930 en la Orinoquia colombiana, pero actualmente es el cocodrilo del Neotrópico con mayor amenaza de extinción (Medem, 1981; Rueda-Almoacid et al., 2007). El cocodrilo del Orinoco ha mantenido desde el año de 1996 la categoría CR de extinción, porque sus poblaciones son pequeñas, están en disminución, se estiman menos de 250 individuos maduros en vida silvestre, la tendencia de las poblaciones es la disminución en Colombia y Venezuela, la degradación del hábitat continua y aún se presentan muertes accidentales o predeterminadas por desconocimiento y temor (CSG, 1996; Ministerio del Medio Ambiente, 2002; Seijas et al., 2010; Morales-Betancourt et al., 2015).

Como medidas para garantizar la conservación del cocodrilo del Orinoco, en 1968 el Ministerio de Agricultura colombiano prohibió su cacería y captura, además de restringir el comercio internacional de individuos o sus partes al ser incluido en el Apéndice I de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) (Castaño-Mora, 2002; Ministerio del Medio Ambiente, 2002). Por la tendencia a la disminución de sus poblaciones y la necesidad de recuperación del cocodrilo del Orinoco, durante el 2002 el Ministerio de Medio Ambiente, el Instituto de



Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt y la Universidad Nacional de Colombia publicaron el programa nacional para la conservación del caimán llanero (PROCAIMAN). El objetivo de PROCAIMAN fue llevar la especie de la categoría en Peligro Crítico a En Peligro en un lapso de diez años (MMA, 2002). Para lograr este objetivo y prevenir la extinción del cocodrilo del Orinoco se priorizaron las siguientes actividades: 1) la recuperación de huevos y neonatos, 2) la implementación 1200 m<sup>2</sup> de infraestructura para levantar 2500 individuos, 3) la identificación de hábitats potenciales para la reintroducción, 4) la definición del protocolo de reintroducción y 5) el monitoreo de poblaciones reintroducidas (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

De las actividades anteriores se han ejecutado recientemente procesos de reintroducción en los ríos Guayabero, Lozada y Manacacías por parte de la Universidad Nacional de Colombia y en el río Tuparro y en reservas de la sociedad civil por la Fundación Palmarito. Por diversos inconvenientes institucionales como la rotación y ejecución de la secretaria técnica que impidió el seguimiento al programa de conservación, la falta de liderazgo de las instituciones que conforman el comité técnico y la poca inversión que se ha realizado para proyectos relacionados con la conservación del cocodrilo del Orinoco, no ha sido posible cumplir con las metas que estableció PROCAIMAN y la especie sigue en peligro crítico de extinción.

Aunque los procesos de reintroducción de individuos del género *Crocodylus* en el Neotrópico han demostrado ser un método efectivo de conservación porque muestran que los ejemplares se adaptan bien a las nuevas condiciones ambientales y el porcentaje de sobrevivencia es alto en un corto plazo (García-Grajales et al., 2007; Seijas, 2010), es importante tener en cuenta que en el caso particular del cocodrilo del Orinoco, la evaluación de los procesos de reintroducción que se han desarrollado en Venezuela muestra que la especie no presenta evidencia de recuperación, a pesar que se han liberado más de 9000 individuos en 27 años, y más bien muestra que la tendencia de las poblaciones es a la disminución (Espinosa-Blanco & Seijas, 2012; Babarro, 2014).

El bajo éxito de estos procesos de reintroducción se debe principalmente a la falta de un monitoreo sistemático de los individuos reintroducidos que permita tomar decisiones para mejorar la respuesta de las poblaciones del cocodrilo del Orinoco en escenarios negativos. También porque no se han considerado aspectos clave de la biología de los cocodrilianos como es la competencia interespecífica entre individuos de tallas similares

de babillas y cocodrilos del Orinoco, donde sus abundancias relativas se relacionan de forma negativa (Llobet & Seijas, 2003; Seijas, 1996), lo cual podría limitar el establecimiento de individuos reintroducidos de tamaños menores a 1,5 metros. Otro aspecto que podría dificultar los procesos de reintroducción, es la evaluación y manejo del conflicto humano-cocodrilo para prevenir las muertes de individuos, que aún se presentan de forma predeterminada por los habitantes ribereños (Bonilla-Centeno & Barahona-Buitrago, 1999). Además, se deben considerar otras estrategias de conservación diferentes a la reintroducción, como los procesos de educación ambiental, el manejo y conservación del hábitat, el fortalecimiento institucional y estrategias de conservación participativa.

Por lo tanto, los programas de conservación del cocodrilo del Orinoco además de considerar las reintroducciones como mecanismo de conservación, deben considerar acciones que aumenten la probabilidad de supervivencia de los individuos reintroducidos, teniendo en cuenta las condiciones de cada sitio en particular. Por esa razón se deben considerar las condiciones ambientales, biológicas y humanas, para construir una línea base que permita determinar cuáles opciones de manejo se ajustan mejor a las poblaciones de la especie.

Por lo anterior, la presente investigación buscó evaluar las poblaciones de cocodrilianos, las características del hábitat que se han reportado que se relacionan con el cocodrilo del Orinoco y demás cocodrilianos, y como se distribuye la presión humana a lo largo del río Bitá, Vichada, Colombia. Específicamente se buscó responder las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cómo están relacionados la abundancia y las características del hábitat de *Crocodylus intermedius* y otros cocodrilianos en el río Bitá, Vichada, Colombia?
2. ¿Cómo varía la abundancia de *C. intermedius* y sus competidores cocodrilianos a lo largo del río Bitá y durante las diferentes épocas de muestreo?
3. ¿Cómo es la disponibilidad y la calidad de hábitat para el cocodrilo del Orinoco a lo largo del río Bitá?
4. ¿Cuáles son las posibles amenazas humanas sobre *Crocodylus intermedius* a lo largo del río Bitá?

A partir de las preguntas de investigación anteriores se formularon tres objetivos específicos que se enfocaron en: 1) determinar la abundancia total y relativa de especies

de cocodrilianos en el río Bita; 2) evaluar la disponibilidad y calidad del hábitat para el cocodrilo del Orinoco a lo largo del río Bita y 3) Identificar las presiones humanas y su intensidad sobre el cocodrilo del Orinoco a lo largo del río Bita.

Los resultados de esta investigación se presentan en los siguientes tres capítulos. El primer capítulo se enfoca en el estudio de poblaciones de las especies de cocodrilianos presentes en el río Bita, su abundancia para cada sector del río, además de los patrones de variación espacial y temporal de las poblaciones de cocodrilianos presentes en el área de estudio. El segundo capítulo recopila la información de las variables del hábitat que inciden directamente en las necesidades de refugio, reproducción y alimentación para los cocodrilianos, así como las relaciones entre la abundancia de los cocodrilianos y las variables del hábitat. En el tercer capítulo se describen y clasifican las principales categorías de presión humana que se registraron a lo largo del río Bita y en las diferentes épocas de muestreo, y se muestran estas categorías por medio de mapas de densidad de puntos. Finalmente se presenta la síntesis del trabajo que se enfoca en cómo la información generada en esta investigación contribuye a la conservación del cocodrilo del Orinoco en el río Bita.

## **Bibliografía**

- Ardila-Robayo, M.C., S.L. Barahona, & O.P. Bonilla. 2001. Actualización del status poblacional del Caimán Llanero (*Crocodylus intermedius*) en el Departamento de Arauca (Colombia). Pp. 57-67. En: Velasco, G., G. Colomine, G. Villarroel & M. Quero. Memorias del Taller para la Conservación del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Colombia y Venezuela. Caracas.e
- Ardila-Robayo, M.C., S.L. Barahona, & P. Bonilla. 2002. Monitoreo Poblacional de *Crocodylus intermedius* (Caimán Llanero) en los ríos Guayabero y Duda (municipio de La Macarena – Meta). Informe. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.
- Babarro, R. 2014. Balance de las liberaciones de caimán del Orinoco (*Crocodylus Intermedius*) en Venezuela : 25 Años De Esfuerzo. Bol. Acad. C. Fís., Mat. y Nat. 74 (2) 75–87.
- Bonilla-Centeno, O.P., & S.L. Barahona-Buitrago. 1999. Aspectos ecológicos del caimán llanero (*Crocodylus intermedius* Graves, 1819) en un subareal de distribución en

- el departamento de Arauca (Colombia). Rev. Acad. Colomb. Cienc. 23 (86): 39-48.
- Botero-Arias, R. 2007. Padrões de movimento, uso de microhábitat e dieta do jacaré-paguá, *Paleosuchus palpebrosus* (Crocodylia: Alligatoridae), em uma floresta de Paleovárzea ao sul do Solimões, Amazônia Central, Brasil. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Tesis de postgrado. Manaus – Brasil. 59 p.
- Cabrera, J., M. Protti, M. Urriola & R. Cubero. 2003. Distribución y abundancia de *Caiman crocodilus* en el refugio nacional de vida silvestre caño Negro, Costa Rica. Revista de Biología Tropical. 51 (2): 571-578.
- Campos, Z., Coutinho, M. & Abercrombie, C. 1995. Size structure and sex ratio of dwarf caiman in the Serra Amolar, Pantanal, Brazil. Herpetological Journal 5: 321-322.
- Campos, Z., Zucco, C. & Batista, G. 2007. Registro de ocorrência de jacaré-paguá (*Paleosuchus palpebrosus*), na RPPN Engenheiro Eliezer Batista, Pantanal, Brazil. Comunicado Técnico. 60: 1 – 4.
- Castaño-Mora, O. V. 2002. Libro rojo de reptiles de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional-Colombia. Pp 160 Bogotá D.C.
- Crocodile Specialist Group (CSG). 1996. *Crocodylus intermedius*. The IUCN Red List of Threatened Species 1996.
- Espinosa-Blanco A.S., & A.E. Seijas. 2010. Uso de hábitat entre crocodílidos en el sistema del río Cojedes, Venezuela. Revista Latinoamericana de Conservación. 1(2): 112- 119.
- Espinosa-Blanco, A. S., & A.E. Seijas. 2012. Declinación poblacional del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en dos sectores del sistema del río Cojedes, Venezuela. ECOTRÓPICOS, 25(1), 22–35.
- García-Grajales, J., G. Aguirre-León, & A. Contreras-Hernández. 2007. Tamaño y estructura poblacional de *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) (Reptilia:

- Crocodylidae) en el estero La Ventanilla, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 23(1), 53–71.
- Grigg, G., & D. Kirshner, D. 2015. *Biology and Evolution of Crocodylians*. CSIRO Publishing. Pp 671. Australia.
- Llobet, A., & A. E. Seijas. 2003. Estado poblacional y lineamientos de manejo del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el Río Capanaparo, Venezuela. 117–129 pp. En: Polanco-Ochoa, R. (Ed.). *Manejo de Fauna Silvestre en Amazonía y Latinoamérica. Selección de trabajos V Congreso Internacional*. CITES, Fundación Natura. Bogotá, Colombia.
- Lugo, M. 1996. Avance en la investigación del estatus del caimán del Orinoco. *Crocodile Specialist Group Newsletter* 15(4): 14-16.
- Medem, F. 1981. *Los Crocodylia de sur America Volumen I Los Crocodylia de Colombia*. Colciencias. Pp 357. Bogotá D.C.
- Ministerio del Medio Ambiente. 2002. Programa nacional para la conservación del caimán Llanero *Crocodylus intermedius*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Universidad Nacional de Colombia. Pp 34. Bogotá D.C.
- Morales-Betancourt, M., C. Lasso, J. de La Ossa, & A. Fajardo-Patiño. 2013. VIII. Biología y conservación de los Crocodylia de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Pp 336. Bogotá, D. C.
- Morales-Betancourt, M., C. Lasso, W. Martínez, M., C. Ardila-Robayo, & P. Bloor. 2015. *Crocodylus intermedius* (Graves, 1819). Pp 186-190. En: Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, V. P. Páez y B. C. Bock. 2015. *Libro rojo de reptiles de Colombia* (2015). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia. Bogotá, D. C., Colombia.
- Moreno, A., Hernández, O., Molina, C. & Amauci, J. 2014. Uso de hábitat de *Crocodylus intermedius* y *Caiman crocodilus* en el P.N. Santos Luzardo, Estado Apure, Venezuela. *Bol. Acad. C. Fis., Mat. Y Nat.* LXXIV (2): 29 – 38.

- Moreno-Arias, R. A., M.C. Ardila-Robayo, W. Martínez-Barreto, & R.M. Suárez-Daza. 2013. Ecología poblacional de la babilla (*Caiman crocodilus fuscus*) en el valle del río Magdalena (Cundinamarca, Colombia). *Caldasia*, 35(1), 25-36.
- Pacheco-Álvarez, A.D. 2009. Distribución, abundancia y estructura poblacional del Babo Morichalero (*Paleosuchus palpebrosus*) en los Llanos Orientales del estado Anzoátegui. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Trabajo especial de Grado. Caracas Venezuela. Pp 109.
- Rueda-Almoacid, J. V., J. Carr, R. Mittermeier, J.V. Rodríguez-Mahecha, R. Mast, R. Vogt, A. Rhodin, J. de la Ossa- Velásquez, J. Rueda, & C. Mittermeier. 2007. Las tortugas y los cocodrilos de los países andinos del trópico. Serie de guías tropicales de campo N° 6. Conservación Internacional. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Pp 538. Bogotá D.C.
- Seijas A.E. 2010. Efectividad de la liberación de individuos criados en cautiverio como herramienta para restaurar poblaciones de cocodrilos (género *Crocodylus*) en el Neotrópico. 77 – 86 pp. En: De Oliveira-Miranda, R., J. Lessmann, A. Rodríguez-Ferraro, & F. Rojas-Suárez (eds.). Ciencia y conservación de especies amenazadas en Venezuela: Conservación Basada en Evidencias e Intervenciones Estratégicas. Provita, Caracas, Venezuela, 234 pp.
- Seijas A.E., & C. A. Chávez. 2002. Reproductive status and nesting ecology of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in the Cojedes river system, Venezuela. *Vida Silvestre Neotropical*. 11(1-2): 23- 32.
- Seijas, A. E. 1986. Estimaciones de babas (*Caiman crocodilus*) en los Llanos occidentales de Venezuela. *Vida Silvestre Neotropical*. 1(1): 24 – 30.
- Seijas, A. E. 1996. Coexistencia de babas y caimanes en la región costera venezolana. 217-253 pp. En: Péfaur, J. E. (Recopilador). Herpetología Neotropical. Actas del II Congreso Latinoamericano de Herpetología. II Volumen. Universidad de los Andes. Consejo de Publicaciones, CDCHT. Mérida, Venezuela.
- Seijas, A. E., R. Antelo, J.B. Thorbjarnarson, & M.C. Ardila-Robayo. 2010. Orinoco Crocodile *Crocodylus intermedius*. 59 – 65 pp. En: Crocodiles. Status Survey and

Conservation Action Plan. Third Edition, ed. by S.C. Manolis and C. Stevenson. Crocodile Specialist Group: Darwin.

Thorbjarnarson, J.B., & G. Hernández. 1993. Reproductive ecology of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Venezuela. I. Nesting ecology and egg and clutch relationships. Journal of Herpetology 27(4): 363- 370.





# 1. Capítulo 1. Evaluación de las poblaciones de cocodrilianos del río Bitá, Vichada, Colombia.

## 1.1 Resumen

En este trabajo de investigación se buscó evaluar aspectos relacionados con los cocodrilianos del río Bitá, como la presencia, abundancia, estructura poblacional, la variación espacial y temporal, además de una evaluación del estado de conservación de *Crocodylus intermedius* a lo largo del río Bitá. Se definieron 8 transectos a lo largo del río y se realizaron recorridos nocturnos en tres épocas climáticas diferentes. Se registraron dos especies *Caiman crocodilus* y *Paleosuchus palpebrosus*. *C. intermedius* no se registró, lo cual evidencia que la especie se extinguió localmente o sus densidad son muy bajas para el área de estudio. El registro máximo de individuos fue de 626, de los cuales 548 se identificaron como *Ca. crocodilus*, 25 como *P. palpebrosus* y 53 como solo ojos. La abundancia relativa promedio para *Ca. crocodilus* y *P. palpebrosus* se estimó en 3,1 y 0,5 ind/Km respectivamente. Se encontró que la abundancia de *Ca. crocodilus* no se distribuye homogéneamente en las épocas de muestreo ( $H=8,984$ ;  $GI=2$ ;  $p=0,0112$ ), ni a lo largo del río ( $X^2=11,571$ ;  $p=0,038$ ). Para *P. palpebrosus* no se encontraron diferencias significativas entre las épocas de muestreo ( $H=0,7841$ ;  $GI=2$ ;  $p=0,6708$ ). La estructura poblacional de *Ca. crocodilus* varió entre las épocas de muestreo de menor e inicio de precipitaciones ( $X^2=19,049$ ;  $GI=3$ ;  $p=0,0003$ ), además de ser más abundante las clases de tamaño I y II durante todas las épocas de muestreo. La estructura de la población de *P. palpebrosus* está representada por adultos de más de 80 cm.

**Palabras clave:** Cocodrilianos, *Crocodylus intermedius*, *Caiman crocodilus*, *Paleosuchus palpebrosus*, Río Bitá, Orinoquia.

## 1.2 Abstract

We search with this research work, to evaluate aspects related to crocodilians in the Bitá River, such as the presence, abundance, population structure, spatial and temporal

variation, as well as an assessment of the conservation status of *Crocodylus intermedius* along the river Bitá. We defined eight transects along the river and conducted nocturnal spotlight surveys in three different climatic times. Two species *Caiman crocodilus* and *Paleosuchus palpebrosus* were recorded. We did not register *C. intermedius*, which shows that the species became extinct locally or its density is very low for the study area. The maximum number of registered crocodilians was 626, of these 548 we identified them as *Ca. crocodilus*, 25 as *P. palpebrosus* and 53 as only eyes. The average relative abundance for *Ca. crocodilus* and *P. palpebrosus* was estimated at 3.1 and 0.5 ind / Km respectively. We found that the abundance of *Ca. crocodilus* is not distributed homogeneously in the sampling periods ( $H = 8.984$ ,  $GI=2$ ;  $p = 0.0112$ ), nor along the river ( $X^2 = 11.571$ ,  $p = 0.038$ ). For *P. palpebrosus* we did not find significant differences between the sampling periods ( $H = 0.7841$ ,  $GI=2$ ,  $p = 0.6708$ ). The population structure of *Ca. crocodilus* varied between the sampling times of lower and onset of precipitations ( $X^2 = 19,049$ ,  $GI = 3$ ,  $p = 0,0003$ ), in addition to being more abundant the size classes I and II during all the Sampling times. The structure of the population of *P. palpebrosus* is represented by adults over 80 cm.

**Key words:** crocodilians, *Crocodylus intermedius*, *Caiman crocodilus*, *Paleosuchus palpebrosus*, river Bitá, Orinoquia.

### 1.3 Introducción

Colombia es el país con la mayor riqueza de crocodilianos con seis especies, cuatro géneros y dos familias. De las cuatro especies que se distribuyen en la cuenca del Orinoco, *C. intermedius* se encuentra catalogada en Peligro Crítico (CR) de extinción según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (CSG, 1996; Castaño-Mora, 2002). *Ca. crocodilus*, *P. palpebrosus* y *P. trigonatus* se encuentran en la categoría IUCN de Preocupación Menor (LC) y en Apéndice II de Cites (Castaño-Mora, 2002; Morales-Betancourt et al., 2015).

Las amenazas actuales para los cocodrilianos son el aumento del consumo de su carne, el comercio ilegal de sus pieles, la destrucción de su hábitat, así como las actividades de pesca con trasmallos y el aumento en el tráfico fluvial (Morales-Betancourt et al., 2013). Estas amenazas sobre los cocodrilianos, plantean un reto para el manejo y conservación

de las especies principalmente porque en Colombia y específicamente en la Orinoquia no se cuenta con suficiente información ecológica sobre el estado, abundancia, densidad, variación temporal y espacial de las poblaciones de cocodrilianos, limitando así la valoración de los efectos de las amenazas sobre las especies.

Para Colombia se ha priorizado la necesidad de adelantar estudios sobre el estado poblacional, aspectos ecológicos y el uso que se da actualmente a las poblaciones de cocodrilianos en vida silvestre para generar estrategias de manejo y conservación efectivas (Morales-Betancourt et al., 2013). Particularmente en la Orinoquia, los trabajos que se han realizado para establecer el estado poblacional de *Crocodylus intermedius* indican que la tendencia general es a la disminución de las poblaciones (Medem, 1981; Lugo, 1996; Ardila-Robayo et al., 2001; Ardila-Robayo et al., 2002; Seijas et al., 2010; Espinosa-Blanco & Seijas, 2012; Babarro, 2014). Otros estudios evidencian que la dinámica espacio temporal de la abundancia de las poblaciones de cocodrilianos está relacionada con la dinámica fluvial, la cantidad de cuerpos de agua lénticos y una segregación espacial de las especies por el uso de diferentes microhábitats (Seijas 1986; Llobet & Seijas, 2003; Pacheco-Álvarez, 2009; Espinosa-Blanco & Seijas 2010; Moreno et al., 2014). También se ha podido establecer que en algunos lugares las abundancias entre poblaciones de cocodrilianos se relacionan entre sí de forma inversa; es decir, que se ha encontrado una correlación negativa entre las abundancias de cocodrilianos que viven en simpatria (Seijas 1996; Llobet & Seijas, 2003), lo cual podría indicar competencia interespecífica.

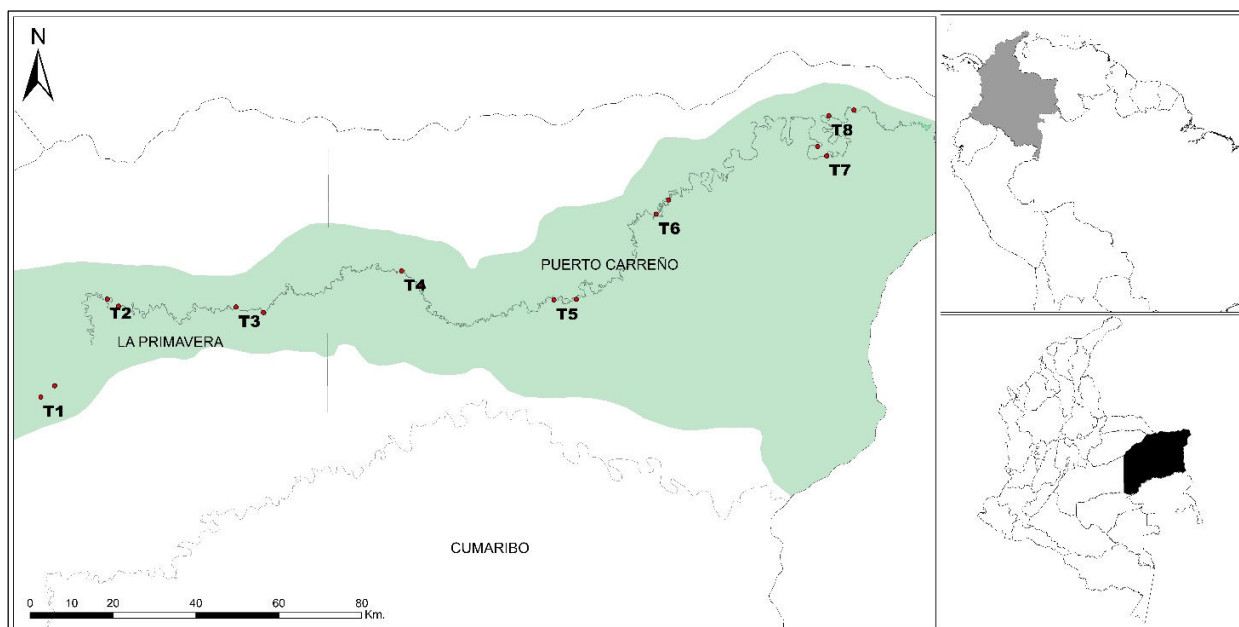
En términos de manejo y conservación se ha priorizado la necesidad de preservar, monitorear y generar estrategias de conservación para el cocodrilo del Orinoco, en áreas puntuales de Colombia y Venezuela (Balaguera-Reina et al., 2017). Estas áreas puntuales se definieron como unidades de conservación de cocodrilianos con base en la información publicada sobre estado de las poblaciones, el estado del hábitat, la implementación de acciones de conservación y la densidad poblacional asociada (Balaguera-Reina et al., 2017).

El río Bitá en el departamento de Vichada, Colombia, tiene un gran potencial para la conservación de la especie, porque hace parte de la distribución histórica del cocodrilo del Orinoco (Medem, 1981), una alta proporción de su curso tiene poca intervención humana (Peñuela & Rodríguez, 2014) y actualmente es objeto de múltiples

investigaciones para sustentar la declaratoria como primer río protegido del país. Estas características son favorables para el desarrollo de propuestas de manejo y conservación del cocodrilo del Orinoco y demás cocodrilianos, Sin embargo el río Bitá no se priorizó como una unidad de conservación de cocodrilos (Balaguera-Reina et al., 2017), principalmente por falta de información sobre las poblaciones de cocodrilianos y de las características del hábitat. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la presencia, abundancia, estructura, variación temporal, espacial y la relación entre poblaciones de cocodrilianos presentes en el río Bitá, con fines de generar la información necesaria, para el desarrollo de propuestas de conservación.

## 1.4 Área de estudio

El río Bitá se ubica en el oriente de Colombia, en el departamento de Vichada, en los municipios de La Primavera y Puerto Carreño (Figura 1-1). Este río hace parte de la Cuenca del río Orinoco, en la provincia fisiográfica de la megacuenca de sedimentación de la Orinoquia y en la subprovincia Planicies altas de la Orinoquia no inundable (IGAC, 1999). La cuenca del río ocupa un área aproximada de 838.359 hectáreas y su cauce tiene una longitud de 664 km (Peñuela & Rodríguez, 2014).



**Figura 1-1:** Cuenca hidrográfica (verde) y cauce (gris) del río Bitá y ubicación de los transectos (T) donde se recopiló la información de poblaciones de cocodrilianos.

La temperatura promedio en la zona es de 28,9°C, con una humedad relativa anual promedio del 70 % y una precipitación anual promedio de 2366 mm. El régimen de distribución de la precipitación es de tipo monomodal y biestacional: con una temporada seca que va desde diciembre hasta abril y una temporada lluviosa que va de abril a noviembre; entre junio-julio y entre enero-febrero se presentan respectivamente los valores máximo y mínimo de precipitación (Peñuela & Rodríguez, 2014).

## 1.5 Metodología

### 1.5.1 Muestreo de cocodrilianos

Para obtener la información sobre las poblaciones de cocodrilianos, se realizaron tres salidas de campo entre junio de 2016 y abril de 2017, que correspondieron a las épocas de mayor precipitación (junio – julio de 2016), menor precipitación (enero de 2017) e inicio de las precipitaciones (marzo de 2017). En cada una de estas salidas se recorrieron 8 transectos a lo largo del río Bitá, desde la parte alta (transecto 1) hasta la parte baja del río (transecto 8) (Figura 1-1). La longitud de cada transecto correspondió a 10 km de cauce que se midieron con el procesador de trayecto de un GPS Oregon 550 y cada transecto estuvo separado uno del otro por una distancia promedio de 85 km de cauce del río.

En cada transecto se realizaron recorridos nocturnos siguiendo la técnica de Chabreck (1966) que consiste en detectar a los cocodrilianos por el reflejo de sus ojos mediante el uso de linternas en este caso se utilizaron linternas de más de 900 lúmenes. Los transectos se recorrieron entre las 18:30 y 02:00 horas en un bote de madera de 8 metros de eslora con un motor fuera de borda de 15 hp a una velocidad máxima de 8 km/h. Cada transecto se recorrió un máximo de cuatro veces, dos veces por noche en dos noches consecutivas (Tabla 1-1). Para minimizar el efecto del tránsito del motor fuera de borda, sobre el comportamiento y detectabilidad de los cocodrilianos se esperó una hora entre los recorridos de la misma noche. Por último, en los tramos de río entre transectos se realizaron recorridos diurnos (05:45 – 16:00 horas) a una velocidad máxima

de 20 km/h en cada época de muestreo con la finalidad de aumentar el esfuerzo de muestreo para la búsqueda de *Crocodylus intermedius*.

### 1.5.2 Abundancia y estructura de las poblaciones

Para identificar la especie y estimar el tamaño de cada individuo detectado se hizo un acercamiento la mínima distancia posible para determinar las características morfológicas diagnósticas para cada especie. Cuando el acercamiento al individuo no fue suficiente para la identificación, se registró como solo ojos (SO) (King et al., 1990). El parámetro de estructura poblacional se refiere, en este estudio, a la estructura de tallas o tamaños. En *C. crocodilus* se siguieron las clases de tamaño (Clase I menor a 50 cm; Clase II entre 50.1 y 120 cm; Clase III entre 120.1 y 180 cm; Clase IV más de 180.1 cm) propuestas por Ayarzagüena (1983) y Velasco & Ayarzagüena (1995). Para *P. palpebrosus* se usaron las tres clases de tamaño (Clase I menor a 20 cm; Clase II entre 20,1 y 40 cm; Clase III más de 40,1 cm) propuestas por Pacheco-Álvarez (2009), para determinar si los individuos pertenecen a neonatos, juveniles o adultos y se realizaron subdivisiones en clases de tamaño cada 10 cm siguiendo la propuesta de Botero-Arias (2007). La estructura poblacional se definió en cada época de muestreo.

**Tabla 1-1:** Transectos, repeticiones por época de muestreo y coordenadas de los sitios de muestreo en el río Bitá, Vichada, Colombia.

Transecto	No. de Repeticiones			Punto inicio	Punto fin
	Mayor precipitación	Menor precipitación	Inicio precipitación		
1	4	4	3	5°34'7.95"N; 69°26'22.24"O	5°35'37.33"N; 69°24'34.28"O
2	4	4	3	5°46'56.65"N; 69°17'43.14"O	5°46'1.77"N; 69°16'15.41"O
3	4	4	3	5°45'56.54"N; 69° 0'52.38"O	5°45'13.31"N; 68° 57'19.32"O
4	4	4	3	5°50'40.40"N; 68°39'15.89"O	5°48'49.14"N; 68°36'33.52"O

5	4	4	3	5°46'56.12"N; 68°19'22.03"O	5°47'0.72"N; 68°16'25.66"O
6	4	4	2	5°58'7.64"N; 68°6'1.18"O	5°59'58.91"N; 68°4'21.74"O
7	4	4	3	6°5'43.48"N; 67°43'42.35"O	6°6'57.38"N; 67°44'53.34"O
8	0	4	3	6°10'59.34"N; 67°43'26.27"O	6°11'43.20"N; 67°40'8.87"O

### 1.5.3 Análisis de datos

**Estimación de la abundancia.** Se estimó la abundancia como la población estimada para cada especie, en cada época y cada transecto empleando las siguientes ecuaciones propuestas por King et al. (1990) y Sánchez (2001):

$$PE = NMI * FC$$

$$FC = 100 / FV$$

$$PE = \left( \left( \frac{NMI}{(2 * NMI + S)} \right) * 1,05 \right) * 100$$

Dónde PE es la población estimada, NMI el número máximo de individuos observados en un recorrido, FC el factor de corrección, FV la fracción visible, PIO el promedio de individuos observados y S la desviación estándar.

Se calculó la abundancia relativa (AR) de cada especie, en cada transecto y cada época de muestreo como: PE / km recorridos, esto con la finalidad de comparar los resultados con los de otros estudios de cocodrilianos de la región.

**Variación en la abundancia.** La variación temporal y espacial de la abundancia de los cocodrilianos se evaluó para cada especie, por medio de la población estimada (PE) entre épocas de muestreo y entre zonas del río (transectos). Las diferencias entre épocas se evaluaron por medio de una prueba de Kruskal-Wallis. Para evaluar las diferencias en la AR entre transectos para *Ca. crocodilus*, se usaron los valores de AR

para cada época y en los diferentes transectos y se determinó por medio de una prueba de Friedman y solo para los transectos del T1 al T7, porque para T8 no se realizó el muestreo de la época de mayor precipitación. Para *P. palpebrosus* se observaron las diferencias en base a al grafico de cajas y bigotes.

**Variación en la estructura poblacional.** La diferencia entre épocas de muestreo de la estructura de la población para *Ca. crocodilus* se evaluó por medio de una prueba de homogeneidad de Chi-cuadrado, siguiendo a Moreno-Arias et al., 2013 y para *P. palpebrosus* por medio de la distribución de la abundancia por cada clase tamaño para todas las épocas de muestreo.

**Asociación de poblaciones.** Para evaluar si existe alguna asociación entre las abundancias de las especies se hizo una correlación de Spearman entre las AR de cada especie. Se usó la AR, porque esta variable se ha usado con otras especies de cocodrilianos (Seijas, 1996; Llobet & Seijas, 2003).

## 1.6 Resultados

En total se recorrieron 870 km en los 8 transectos en el río Bitá con sus repeticiones en las tres épocas de muestreo y 1585,8 km en los desplazamientos diurnos. En el río Bitá solo se registraron dos especies de cocodrilianos, *Caiman crocodilus* y *Palaseosuchus palpebrosus*. A pesar del esfuerzo de muestreo no se registró ningún individuo de *Crocodylus intermedius*.

El número máximo de cocodrilianos registrados fue de 625 individuos (Tabla 1-2) de los cuales 548 (87,68%) se identificaron como *Ca. crocodilus*, 25 (4,0%) como *P. palpebrosus* y 53 (8,48%) como SO. Durante la época de mayor precipitación se registraron 38 individuos de *Ca. crocodilus*, 4 de *P. palpebrosus* y 4 como SO. Para la época de menor precipitación se registraron 188 individuos de *Ca. crocodilus*, 16 de *P. palpebrosus* y 18 SO. Para la época de inicio de precipitaciones se registraron 322 *Ca. crocodilus*, 5 *P. palpebrosus* y 31 SO (Tabla 1-2).

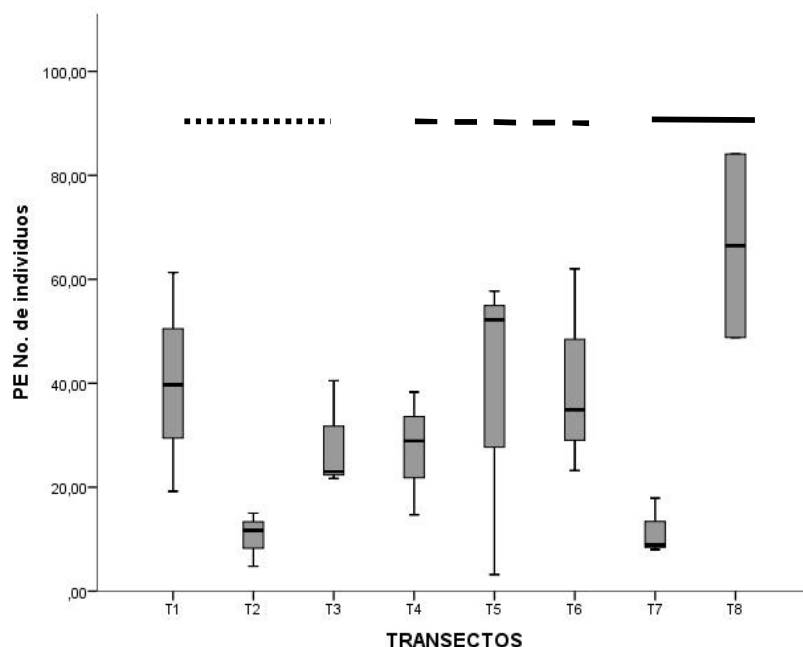
**Tabla 1-2:** Número máximo (No. Max) de individuos observados, fracción visible (FV), población estimada (PE) y abundancia relativa (AR) para *Caiman crocodilus* y *Paleosuchus palpebrosus* a lo largo del río Bitá, Vichada, Colombia en las diferentes épocas de muestreo y transectos.



Época	Transecto	<i>Caiman crocodilus</i>				<i>Paleosuchus palpebrosus</i>			
		No. Max	FV	PE	AR	No. Max	FV	PE	AR
Mayor precipitación	T1	7	36,4	19,2	1,9	1	21,0	4,8	0,5
	T2	1	21,0	4,8	0,5	1	31,7	3,2	0,3
	T3	7	32,3	21,7	2,2	2	29,6	6,8	0,7
	T4	11	74,8	14,7	1,5	-	-	-	-
	T5	1	31,7	3,2	0,3	-	-	-	-
	T6	7	30,1	23,2	2,3	-	-	-	-
	T7	4	50,2	8,0	0,8	-	-	-	-
Menor precipitación	T1	35	88,2	39,7	4,0	3	34,8	8,6	0,9
	T2	8	68,5	11,7	1,2	-	-	-	-
	T3	19	82,5	23,0	2,3	7	71,5	9,8	1,0
	T4	25	86,6	28,9	2,9	2	39,9	5,0	0,5
	T5	35	67,1	52,2	5,2	1	31,7	3,2	0,3
	T6	31	88,7	34,9	3,5	1	21,0	4,8	0,5
	T7	6	67,1	8,9	0,9	-	-	-	-
	T8	29	59,5	48,8	4,9	2	39,9	5,0	0,5
Inicio precipitación	T1	58	94,7	61,3	6,1	-	-	-	-
	T2	12	79,9	15,0	1,5	-	-	-	-
	T3	39	96,2	40,5	4,1	4	63,0	6,3	0,6
	T4	31	81,0	38,3	3,8	-	-	-	-
	T5	44	76,3	57,7	5,8	-	-	-	-
	T6	62	100,0	62,0	6,2	1	100,0	1,0	0,1
	T7	13	72,6	17,9	1,8	-	-	-	-
	T8	63	74,9	84,1	8,4	-	-	-	-

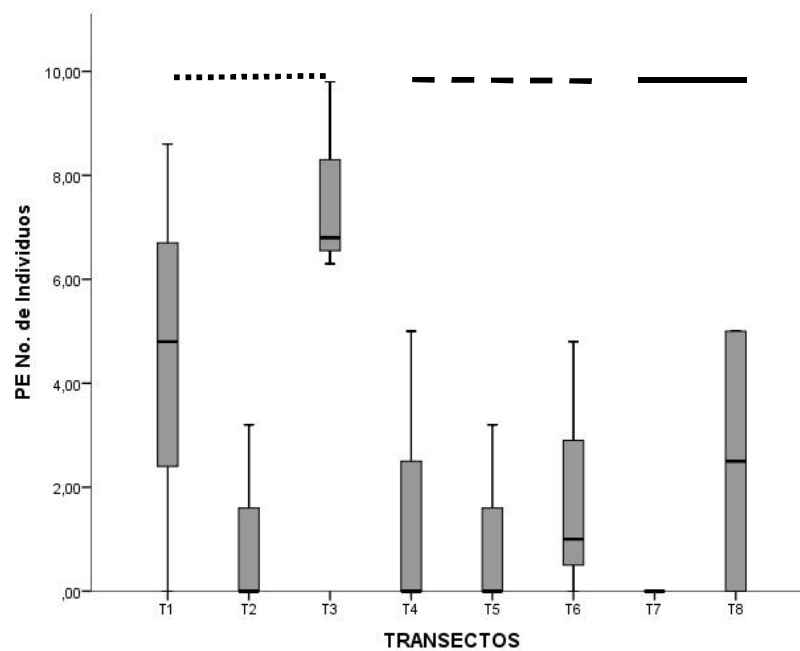
La babilla *Ca. crocodilus* se registró en todas las épocas de muestreo y fue más abundante en la época de inicio de las precipitaciones y en la parte media y baja del río (transectos 5, 6 y 8). *P. palpebrosus* también se registró en todas las épocas de muestreo y fue más abundante en la época de menores precipitaciones. La presencia de la especie fue diferente a lo largo del río con respecto a las épocas de muestreo, porque

no se registró en algunos transectos dependiendo de la época; además su mayor abundancia se registró en la parte alta del río (transecto 3) (tabla 1-2).



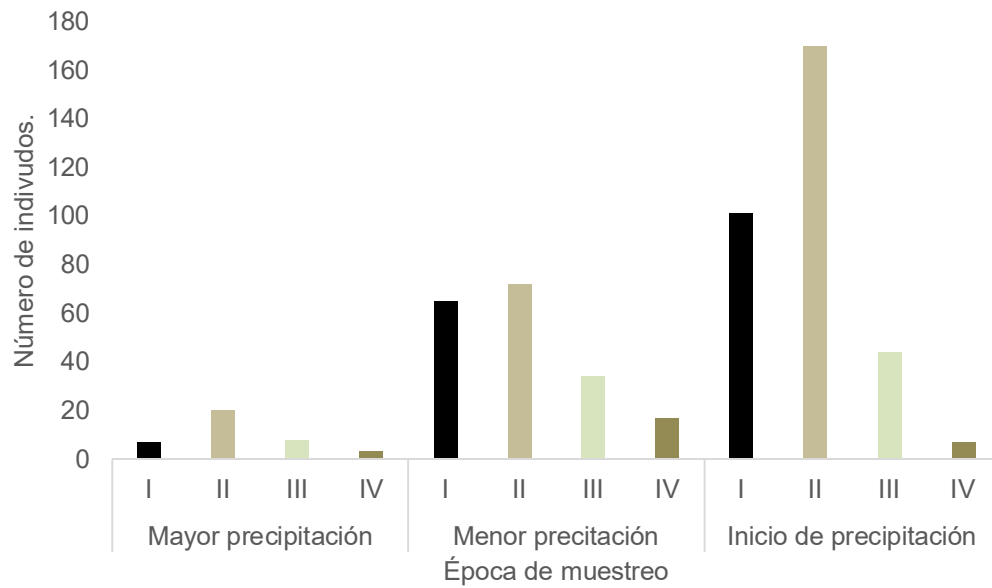
**Figura 1-2:** Gráfico de cajas y bigotes de los valores máximos y mínimos, promedio y desviación estándar de la población estimada (PE) en número de individuos de *Caiman crocodilus* para los diferentes transectos a lo largo del río Bitá. Parte alta (puntos), parte media (línea discontinua) y parte baja (línea continua) del río Bitá.

La abundancia de *Ca. crocodilus* no se distribuyó homogéneamente en las épocas de muestreo ( $H=8,984$ ;  $Gl=2$ ;  $p=0,0112$ ), ni a lo largo del río ( $X^2=11,571$ ;  $p=0,038$ ) (Figura 1-2). Para *P. palpebrosus* no se encontraron diferencias significativas entre las épocas de muestreo ( $H=0,7841$ ;  $Gl= 2$ ;  $p=0,6708$ ) y la abundancia no se distribuyó de forma homogénea entre transectos (Figura 1-3), además la presencia en los transectos fue diferente a la observada para *Ca. crocodilus* (Tabla 1-2).

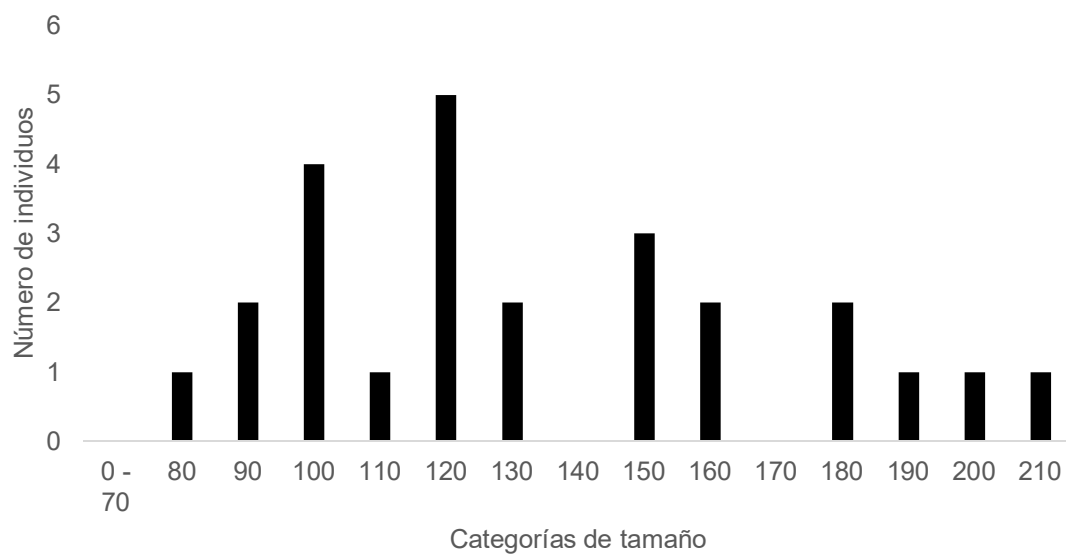


**Figura 1-3:** Gráfico de cajas y bigotes de los valores máximos y mínimos, promedio y desviación estándar de la población estimada (PE) en número de individuos de *Paleosuchus palpebrosus* para los diferentes transectos a lo largo del río Bitá. Parte alta (puntos), parte media (línea discontinua) y parte baja (línea continua) del río Bitá.

En general, en la población de *Ca. crocodilus* fueron más frecuentes los individuos de las tallas I y II (Figura 1-4). La estructura poblacional, varió entre las épocas de muestreo, en particular entre la época de menor e inicio de precipitaciones ( $X^2=19,049$ ;  $GI=3$ ;  $p=0,0003$ ). Para *P. palpebrosus* los 25 individuos pertenecieron a la clase III de adultos, aunque se observaron adultos jóvenes y viejos, de más de 80 cm. (Figura 1-5). No se observó una correlación o asociación significativa entre las AR de *Ca. crocodilus* y *P. palpebrosus* ( $r= -0,252$ ;  $p=0,454$ ).



**Figura 1-4:** Número de individuos observados por categoría de tamaño de *Caiman crocodilus*, para tres épocas de muestreo a lo largo del río Bitá, Vichada, Colombia.



**Figura 1-5:** Número de individuos observados por categoría de tamaño de *Paleosuchus palpebrosus*, para el río Bitá, Vichada, Colombia.

## 1.7 Discusión

### 1.7.1 Presencia de cocodrilianos

A pesar del amplio esfuerzo de muestreo, no se registró a *C. intermedius*. La ausencia del cocodrilo del Orinoco en el muestreo constituye un dato muy importante porque podría confirmar la tendencia general, de que algunas poblaciones silvestres no se han recuperado o están disminuyendo, identificada por otros autores en ríos de Colombia y Venezuela (Medem, 1981; Lugo, 1996; Ardila-Robayo et al., 2001; Ardila-Robayo et al., 2002; Seijas et al., 2010; Espinosa-Blanco & Seijas, 2012; Babarro, 2014).

Sin embargo, los resultados obtenidos además de indicar una posible extinción local también pueden indicar que la densidad de *C. intermedius* en el área de estudio es muy baja, la cual puede dificultar su detección. Otro aspecto que podría limitar su detección es que los cocodrilos estén asociados a lagos y caños más que al cauce principal, un comportamiento que ya ha sido documentado para otros sitios (Medem, 1981; Antelo, 2008). Además quizás influyan de los períodos de actividad reportados para el cocodrilo del Orinoco, entre 3-4 horas; 7-9 horas; 15-16 horas y 19-21 horas (Moreno-Arias et al. 2016). Estos factores podrían limitar la detección de la especie en el cauce principal del río o durante algunas horas del día.

Si en el río Bitá se encuentra el cocodrilo del Orinoco, deberá estar en muy bajas densidades y haciendo uso de las lagunas o caños asociados al cauce principal del río, para lo cual se debe diseñar un muestreo enfocado a estos hábitats, que consistirá en la búsqueda en caños y lagunas, tributarios del río principal. Por el contrario, si se extinguió localmente, las iniciativas de conservación que se desarrollan actualmente en el área de estudio, deberán considerar la formulación e implementación de acciones de manejo enfocadas en la recuperación y establecimiento de poblaciones. Esto por la importancia ecológica que desempeña un depredador tope como es un cocodriliano, en el establecimiento de las redes tróficas, en el ciclado de nutrientes, la productividad primaria y el manteamiento y flujo de energía en los ecosistemas acuáticos (Fittkau, 1970; Mazzotti et al., 2009; Silva et al., 2010).

### 1.7.2 Abundancia de cocodrilianos

Para *Ca. crocodilus* la AR promedio encontradas en el río Bitá (3,1 ind/km), es menor que la reportada para el mismo río (8,4 ind/km) (Ríos & Trujillo, 2004). La disminución en la abundancia registrada por Ríos & Trujillo (2004) con respecto al presente trabajo, puede estar relacionada con la época de muestreo, porque el estudio de Ríos & Trujillo (2004) solo se enfocó en la época de menor precipitación. Además de un muestreo en transectos más cortos (entre 2 y 3 km) alcanzando las mayores abundancias en estos transectos. Cuando comparamos las AR en transectos de longitud similar (13,2 km) a las del presente estudio, la AR reportada en 2004 para el río Bitá (3,2 ind/km) es similar a la AR promedio encontrada en el presente estudio.

La AR promedio de *Ca. crocodilus* encontrada en este trabajo, fue más baja que la reportada para Colombia en el río Meta (7,6 ind/km) (Ríos & Trujillo, 2004), para Venezuela en el río Unare (15,12 ind/km) (Seijas, 1996), para Surinam en el río Coesewijne (13,93 ind/km) (Ouboter & Nanhoe, 1988) y para Costa Rica en el río Sierpe (10,5 ind/km) (Bolaños et al., 1996). En general esta mayor abundancia registrada en los otros estudios, podría atribuirse a la ausencia de otros cocodrilianos (competidores), como es el caso de la ausencia de *C. acutus* que permite que *Ca. crocodilus* haga uso en su totalidad del hábitat disponible (Seijas, 1996). Además de la alta disponibilidad de sitios de reproducción, de refugio y de alimentación para la especie (Ouboter & Nanhoe, 1988) y el muestreo de hábitats (caños y lagunas) que son más favorables para *Ca. crocodilus*, si se compara con la selección de hábitat por *C. acutus* (manglares) (Bolaños et al., 1996).

La AR promedio de *Ca. crocodilus* encontrada en este trabajo fue mayor que la reportada en Venezuela para los ríos Negro (0,6 ind/km), Claro (0,6 ind/km), Canjilones (2,85 ind/km) (Pacheco-Álvarez, 2009), Yaracuy (0,29 ind/km), Tocuyo (0,80 ind/km) (Seijas, 1996), Capanaparo (2,16 ind/km) (Moreno et al., 2014), para la Guayana venezolana (2,5 ind/km) (Gorzula & Paolillo, 1986) y para Costa Rica en el río Sarapiquí (2,55 ind/km) (Bolaños et al., 1996). Esta menor abundancia relativa reportada en otros trabajos, podría estar relacionada con el estrés hídrico en algunos ríos, donde se presenta una pérdida completa del cauce del afluente durante la época de menor precipitación (Pacheco-Álvarez, 2009), siendo el agua un recurso limitante para el establecimiento de los cocodrilianos. Además del estrés hídrico, se presentan actividades de intervención

humana sobre el cauce principal de los ríos, como represamiento, construcción de puentes y el establecimiento de comunidades humanas (Pacheco-Álvarez, 2009). Estos procesos de intervención pueden limitar el establecimiento de poblaciones y disminuir la disponibilidad de hábitat para los cocodrilianos. Otro factor que quizás limita la abundancia de *Ca. crocodilus* puede ser la alta abundancia relativa de otras especies de cocodrilianos. Este caso se ha reportado en las zonas costeras de Venezuela (Seijas, 1996) y Costa Rica (Bolaños et al., 1996) en donde se ha encontrado alta abundancia relativa de *C. acutus* y en los llanos venezolanos, donde existe mayor abundancia de *C. intermedius* (Moreno et al., 2014). De hecho, se ha reportado tanto una correlación negativa entre las abundancias de especies de cocodrilianos que coexisten en los mismos lugares (Seijas, 1996; Llobet & Seijas, 2003) como una segregación espacial de las especies que permitiría la repartición de los recursos (Espinosa-Blanco & Seijas 2010; Moreno et al. 2014). Adicionalmente en algunas estimaciones de la abundancia de cocodrilianos se excluyen animales pertenecientes a la clase I (menos de 50 cm.) (Moreno et al. 2014) o animales con menos de dos años de vida (Gorzula & Paolillo, 1986) porque se asume que esta categoría de tamaño, solo está presente durante la época de lluvias y porque la tasa de supervivencia de estas categorías es baja (Gorzula & Paolillo, 1986; Moreno et al. 2014). Este tratamiento de los datos podría estar subestimando las abundancias de las especies evaluadas.

La AR promedio de *P. palpebrosus* (0,5 ind/km) en el río Bitá, fue mayor a la reportada para los ríos Loretoyacu (0,2 ind/km), Amacayacu (0,08 ind/km) (Rodríguez, 2000); Guayabero (0,4 ind/km), Manacacías (0,4 ind/km), Vichada (0,2 ind/km), Tomo (0,2 ind/km), Tuparrito (0,05 ind/km ind/km) y el mismo río Bitá (0,06 ind/km) en Colombia (Lugo et al., 2013), en el Parque Nacional Do Jau (0,1 ind/km) en Brasil (Rebêlo & Lugli, 2001) y en los ríos Cinaruco (0,2) (Seijas, 2007) y Claro (0,46 ind/km) (Pacheco-Álvarez 2009) en Venezuela. Estas bajas abundancias están asociadas a zonas donde la especie coexiste con otros cocodrilianos como *Ca. crocodilus*, *Melanosuchus niger* y *Paleosuchus trigonatus* (Rodríguez, 2000; Rebêlo & Lugli, 2001). La estacionalidad también puede jugar un papel importante en la abundancia de la especie. Por ejemplo, se ha reportado que en ríos sometidos a sequías completas durante la época de menor precipitación, la abundancia de *P. palpebrosus* es baja (Pacheco-Álvarez 2009).

La AR promedio de *P. palpebrosus* es menor que la reportada en los ríos Caquetá (0,6 ind/km), Putumayo (0,5 ind/km) (Rodríguez, 2000) y Muco (0,5 ind/km) (Lugo et al., 2013)

en Colombia, para el Pantanal (4,5 y 5 ind/km) (Campos et al., 1995; Campos et al., 2007) y en el río Solimoes (1 ind/km) (Botero-Arias, 2007) en Brasil y finalmente en la Guayana Venezolana (2 ind/km) (Gorzula & Paolillo, 1986) y en los ríos Mapire (2,3 ind/km), Negro (1,6 ind/km) y Conjilones (0,7 ind/km) en los Llanos de Venezuela (Pacheco-Álvarez 2009). La mayor AR reportada para *P. palpebrosus* se asocia a caños secundarios de baja profundidad (Campos et al., 1995; Campos et al., 2007), afluentes pequeños con buen bosque de ribera o caños en zonas de morichales (Pacheco-Álvarez 2009) o en bosques inundados de ríos principales (Botero-Arias, 2007). También la mayor abundancia de *P. palpebrosus* se asocia a sitios con bajas AR de *Ca. crocodilus* (Pacheco-Álvarez 2009), y en localidades donde se realizaron recorridos cortos (2 km.) para estimar la abundancia de la especie (Gorzula & Paolillo 1986).

En general se evidenció en los diferentes estudios, que la abundancia de cocodrilianos muestra valores más altos en sitios donde se presenta una separación marcada de los hábitats entre especies, con buenas condiciones de hábitat y baja presión humana. Contrario a lo reportado en sitios con abundancias más bajas, que se asocian a sitios con estrés hídrico, con mayor presencia humana y donde coexisten varias especies.

### 1.7.3 Estructura de las poblaciones.

La estructura de la población de *Ca. crocodilus* en el río Bitá registrada en este estudio no difiere de la documentada en la parte baja de este mismo río (Ríos & Trujillo, 2004) o la de los ríos Unare y Yaracay en Venezuela (Seijas, 1996) y Sierpe y Sarapiquí en Costa Rica (Bolaños et al., 1996). En todos estos estudios la mayor cantidad de individuos registrados corresponden a las clases I y II. En algunos de esos estudios se ha interpretado que la menor proporción de individuos grandes, es decir de las categorías III y IV, muestran poblaciones con bajo potencial reproductivo (Bolaños et al., 1996) o poblaciones en desequilibrio (Ríos & Trujillo, 2004). Sin embargo, se ha reportado que en *Ca. crocodilus* los eventos de reproducción pueden iniciar a partir de los 68 cm de longitud (Thorbjarnarson, 1994), lo cual indica que una población con un alto número de individuos de clase II, podría tener un alto potencial reproductivo. Además, la estructura de la población encontrada por nosotros en el río Bitá, durante las diferentes épocas de muestreo evidencia que ocurre reclutamiento en las distintas clases de tamaño. La mayor abundancia de individuos de las clases I y II, podría evidenciar que el río Bitá cuenta con



las características adecuadas como el bosque de ribera, sitios de refugio y alimentación para la nidificación y mantenimiento de neonatos y juveniles (Moreno-Arias et al., 2013).

La estructura de la población de *P. palpebrosus* en el río Bitá muestra la misma tendencia encontrada para los llanos venezolanos de que las tallas más frecuentes son adultos (mayores a 40 cm) (Pacheco-Álvarez, 2009) y en Brasil (Rebêlo & Lugli, 2001; Botero-Arias, 2007), pero fue diferente a la estructura encontrada por Martins (2004), donde la mayor cantidad de individuos se encontraba en tallas de 20 cm a 60 cm (clase II- juveniles), en este caso es importante mencionar que los rangos para este estudio son mayores que los usados para otros estudios sobre *P. palpebrosus* (Rebêlo & Lugli, 2001; Botero-Arias, 2007; Pacheco-Álvarez, 2009). En general las poblaciones de *P. palpebrosus* están representadas por adultos y esto se ha asociado a una mayor depredación de neonatos (Pacheco-Álvarez, 2009) a pesar que eso es común en cocodrilianos. Para esta especie es importante considerar que se ha observado que los neonatos y juveniles de las especies del género *Paleosuchus*, se mantienen cerca de las zonas de anidación, incluso entre temporadas de reproducción (Campos et al., 2012), lo cual dificulta la observación de animales de tallas pequeñas (menores a 30 cm), siendo más fácil de localizarlos haciendo recorridos a pie en caños pequeños y con vegetación (Magnusson & Lima, 1991). Aunque en este estudio no se observaron neonatos, ni juveniles, la distribución de los individuos en las categorías de tamaño, muestra que en el río Bitá se encuentran adultos jóvenes y viejos, lo cual puede ser un indicio de reclutamiento.

#### **1.7.4 Variación temporal y espacial de la abundancia de los cocodrilianos**

Para *Ca. crocodilus* se observó un patrón de cambio en la abundancia con la precipitación. El patrón consistió en que la abundancia de babillas fue menor durante la época de mayor precipitación, aumentó en la época de menor precipitación y alcanzó sus valores máximos en la época de inicio de precipitaciones. Este aumento de la abundancia de las poblaciones, no afecta la estructura de las poblaciones porque el número de individuos observados por categoría de tamaños también aumenta durante las épocas de muestreo.

El aumento en las precipitaciones trae como consecuencia que los cuerpos de agua alcancen sus máximos niveles y se desborden, aumentando así el área disponible de los cuerpos de agua para los cocodrilianos (Cabrera et al., 2003). Cuando se presenta los menores niveles de precipitación (diciembre – febrero), la abundancia aumenta porque se restringen la disponibilidad de cuerpos de agua y la disponibilidad de hábitat, haciendo que los individuos se acumulen en el cauce principal del río (Staton & Dixon, 1975; Cabrera et al., 2003). Finalmente, la mayor abundancia se registra para la época de inicio de precipitaciones y esto es producto de que se restringen aún más los cuerpos de agua disponibles y los recursos se concentran en su gran mayoría en el cauce principal del río, haciendo que los individuos también se concentren en los cuerpos de agua disponibles.

Este patrón del cambio en la abundancia se ha observado en Caño Negro en Costa Rica (Cabrera et al., 2003), en el río Capanaparo (Moreno et al., 2014) y en los llanos de Venezuela (Pacheco-Álvarez, 2009). Además, en este estudio la abundancia fue mayor para el mes de marzo, época de menor nivel de río, resultado que concuerda por lo reportado para Venezuela (Staton & Dixon, 1975) y Costa Rica (Cabrera et al., 2003).

*Ca. crocodilus* presentó una variación espacial de la abundancia, siendo los extremos (T1 Y T8) y sitios del centro (T3 al T6) del río los sectores de mayor abundancia (Figura 1-2). La variación espacial en la abundancia de la especie se ha atribuido generalmente a sitios con mayor presencia humana o con algún grado de degradación del hábitat (Cabrera et al., 2003, Moreno-Arias et al., 2013; Vilorio-Lagares et al., 2017), haciendo que la mayor abundancia se concentre en sitios poco intervenidos y con buena oferta de hábitat.

En el caso particular del río Bitá, la presencia humana es baja y a pesar de que el establecimiento de cultivos forestales (Pino, eucalipto y Acacia) viene en aumento (Peñuela & Rodríguez, 2014), las condiciones ambientales del río son buenas. Por lo anterior se puede considerar que la variación espacial en la abundancia de *Ca. crocodilus* en el río Bitá, está relacionada con variaciones espaciales en la oferta del hábitat en el área de estudio y no con procesos antrópicos. Según lo reportado en otros estudios (Cabrera et al., 2003, Moreno-Arias et al., 2013), se esperaría que los sitios con mayor abundancia de babillas en el Río Bitá, estarían ofreciendo una mayor cobertura vegetal en las riberas, más bancos de arena y riberas con baja pendiente.

Para *P. palpebrosus* se registró la mayor abundancia durante la época seca y de menor precipitación (enero), lo cual es consistente con lo reportado por Botero-Arias (2007), donde la especie fue más abundante durante la época seca (julio – octubre) en la Amazonia Central de Brasil. En los llanos venezolanos, se evidenció un leve descenso en la AR de *P. palpebrosus* en la época seca, en comparación a la época de lluvias (Pacheco-Álvarez 2009). Esta variación en la abundancia parece estar relacionada con el cambio en los niveles de los cuerpos de agua (Rebêlo & Lugli, 2001), además de una mayor movilidad entre hábitats por parte de la especie (Botero-Arias, 2007).

### 1.7.5 Relación entre especies

En este estudio no se evidencio ninguna correlación significativa entre la AR de *Ca. crocodilus* y *P. palpebrosus*. Se ha reportado correlaciones negativas, entre poblaciones de cocodrilianos en la costa de Venezuela (Seijas, 1996) y para el río Capanaparo en el mismo país (Llobet & Seijas, 2003). Esta correlación negativa entre AR de las especies puede evidenciar una competencia interespecífica por los recursos del hábitat cuando las especies coexisten (Llobet & Seijas, 2003). Aunque se presume competencia y relaciones negativas entre poblaciones, también se ha evidenciado que cuando coexisten dos o más especies, se presenta repartición de recursos y uso diferenciado de microhábitats. Por esta razón es importante indagar más a fondo sobre las relaciones ecológicas de las poblaciones de cocodrilianos, para establecer si realmente la competencia interespecífica está actuando sobre las poblaciones de cocodrilianos.

Finalmente, el presente trabajo en el río Bitá, se constituye en un aporte importante para el conocimiento de los cocodrilianos en Colombia, porque abarcó casi un 90 % de la extensión del río Bitá y se desarrolló durante tres épocas de muestreo, permitiendo así evaluar la dinámica espacial y temporal de las poblaciones de cocodrilianos presentes en el área de estudio.

## 1.8 Conclusiones

*C. intermedius* pudo haberse extinto localmente en el río Bitá o si está, la abundancia de las poblaciones locales de esta especie es muy baja lo cual dificulta la detección: Este resultado plantea la necesidad de desarrollar estrategias de conservación enfocadas a la recuperación de poblaciones de la especie en el río Bitá.

Los valores registrados de abundancia relativa de *Ca. crocodilus* y *P. palpebrosus* en el río Bitá, corresponden con valores medios de lo reportado para las especies en otros estudios. Además, la estructura de las poblaciones de babillas y cachirres en el río Bitá, es similar a lo observado para las especies en otros estudios. También la estructura de las poblaciones permite evidenciar reclutamiento y buenas condiciones del hábitat, que soportan los ciclos de vida de las especies registras para el área de estudio.

Los patrones de cambio en la abundancia de los cocodrilianos del río Bitá, corresponde con lo registrado por otros autores, donde la abundancia alcanza los valores más altos en las épocas de menor precipitación y menor nivel del río. En este estudio, no fue evidente una correlación de las abundancias relativas de babillas y cachirres a lo largo del río Bitá.

El presente estudio se constituye en una línea base, que permitirá la toma de decisiones y la orientación de propuestas de manejo enfocadas a la recuperación del cocodrilo del Orinoco, especie que habitaba el río Bitá y de la cual no se tiene registro en la actualidad para el área de estudio. De tal forma, que es evidente que la acción de manejo a corto plazo sería un proceso de reintroducción del cocodrilo del Orinoco, que podrá ser orientado en base al conocimiento de la distribución espacial y temporal de las especies de cocodrilianos que se distribuyen en el río Bitá, además de la definición de tamaños para la reintroducción en base a la estructura de tamaños presente en el área de estudio de babillas y cachirres.

## 1.9 Referencias

- Antelo R. 2008. Biología del Cocodrilo o Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en la Estación Biológica El Frío, Estado Apure (Venezuela). Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Pp 336. España.
- Ardila-Robayo, M.C., S.L. Barahona, & O.P. Bonilla. 2001. Actualización del status poblacional del Caimán Llanero (*Crocodylus intermedius*) en el Departamento de Arauca (Colombia). Pp. 57-67. En: Velasco, G., G. Colomine, G. Villarroel & M. Quero. Memorias del Taller para la Conservación del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Colombia y Venezuela. Caracas.
- Ardila-Robayo, M.C., S.L. Barahona, & P. Bonilla. 2002. Monitoreo Poblacional de *Crocodylus intermedius* (Caimán Llanero) en los ríos Guayabero y Duda

- (municipio de La Macarena – Meta). Informe. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.
- Ayarzagüena, J. 1983. Ecología del Caimán de anteojos o baba (*Caiman crocodilus*) en los llanos de Apure (Venezuela). Doñana Acta Vertebrata. 10(3): 120-136.
- Babarro, R. 2014. Balance de las liberaciones de caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Venezuela: 25 Años De Esfuerzo. Bol. Acad. C. Fís., Mat. y Nat. 74 (2) 75–87.
- Balaguera-Reina, S.A., Espinosa-Blanco, A.S., Morales-Betancourt, M.A., Seijas, A.E., Lasso, C.A., Antelo, R. & Densmore, L. D. 2017. Conservation status and regional habitat priorities for the Orinoco crocodile: Past, present, and future. PLOS ONE. DOI: 10.1371/journal.pone.0172439.
- Bolaños, J.R., Sánchez, J. & Piedra, L. 1996. Inventario y estructura poblacional de crocodílidos en tres zonas de Costa Rica. Revista de Biología Tropical. 44(3): 283 – 287.
- Botero-Arias, R. 2007. Padrões de movimento, uso de microhabitat e dieta do jacaré-paguá, *Paleosuchus palpebrosus* (Crocodylia: Alligatoridae), em uma floresta de Paleovárzea ao sul do Solimões, Amazônia Central, Brasil. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Tesis de postgrado. Manaus – Brasil. 59 p.
- Cabrera, J., Protti, M., Urriola, M. & Cubero, R. 2003. Distribución y abundancia de *Caiman crocodilus* en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro, Costa Rica. Revista de Biología Tropical 51 (2): 571-578.
- Campos, Z., Coutinho, M. & Abercrombie, C. 1995. Size structure and sex ratio of dwarf caiman in the Serra Amolar, Pantanal, Brazil. Herpetological Journal 5: 321-322.
- Campos, Z., Sanaiotti, T., Muniz, F., Farias, I. & Magnusson, W.E. 2012. Parental care in the dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus* Cuvier, 1807 (Reptilia: Crocodylia: Alligatoridae). Journal of Natural History. 46 (47 - 48): 2979 – 2984.
- Campos, Z., Zucco, C. & Batista, G. 2007. Registro de ocorrência de jacaré-paguá (*Paleosuchus palpebrosus*), na RPPN Engenheiro Eliezer batista, Pantanal, Brazil. Comunicado Técnico. 60: 1 – 4.

- Castaño-Mora, O. V. 2002. Libro rojo de reptiles de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional-Colombia. Pp 160 Bogotá D.C.
- Chabreck, R. H. 1966. Methods of determining the size and composition of alligator population in Louisiana. Proceedings of the Annual Conference Southeastern Association of Game and Fish Commissioners 20: 105 - 112.
- Crocodile Specialist Group (CSG). 1996. *Crocodylus intermedius*. The IUCN Red List of Threatened Species 1996.
- Espinosa-Blanco A.S., & A.E. Seijas. 2010. Uso de hábitat entre crocodílidos en el sistema del río Cojedes, Venezuela. Revista Latinoamericana de Conservación. 1(2): 112- 119.
- Espinosa-Blanco, A. S., & A.E. Seijas. 2012. Declinación poblacional del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en dos sectores del sistema del río Cojedes, Venezuela. ECOTRÓPICOS, 25(1), 22–35.
- Fittkau, E. 1970. Role of caimans in the nutrient regime of Mouth-Lakes of Amazon affluents (An Hypothesis). Biotropica, 2(2), 138–142.
- Gorzula, S. & Paolillo, A. 1986. La ecología y el estado actual de los aligatoridos de la Guayana venezolana. 37 – 54 p. En Special reprint of the Proceedings of the 7th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group. UICN. Gland, Switzerland.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 1999. Paisajes fisiográficos de Orinoquia – Amazonía. ORAM, Colombia. IGAC. Pp 355. Bogotá D.C.
- King, F. W., M. Espinal, & C.A. Cerrato. 1990. Distribution and status of the crocodilians of Honduras. In I.-T. W. C. Union (Ed.), Proceedings of the 10th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group (Vol. 1, pp. 313-354). Gland, Switzerland: IUCN
- Llobet, A., & A. E. Seijas. 2003. Estado poblacional y lineamientos de manejo del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el Río Capanaparo, Venezuela. 117–129 pp. En: Polanco-Ochoa, R. (Ed.). Manejo de Fauna Silvestre en Amazonía y

- Latinoamérica. Selección de trabajos V Congreso Internacional. CITES, Fundación Natura. Bogotá, Colombia.
- Lugo, M. 1996. Avance en la investigación del estatus del caimán del Orinoco. *Crocodile Specialist Group Newsletter* 15(4): 14-16.
- Lugo, M., Lasso, C.A., Castro, A. & Morales-Betancourt, M. 2013. *Paleosuchus palpebrosus* (Curvier 1807). 187 – 210 p. En: Morales-Betancourt, M., C. Lasso, J. de La Ossa, & A. Fajardo-Patiño. (Editores). VIII. Biología y conservación de los Crocodylia de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Magnusson, W.E. & Lima, A.P. 1991. The ecology a cryptic predator, *Paleosuchus trigonatus*, in a Tropical Rainforest. *Journal of Herpetology*. 25 (1): 41 – 48.
- Martins, A. 2004. Uso de habitat por *Caiman crocodilus* e *Paleosuchus palpebrosus* no reservatório da UHE de Lajeado, Tocantins. Universidade de São Paulo. Tesis de Maestría. São Paulo, Brasil. 75 p.
- Mazzotti, F. J., G.R. Best, L.A. Brandt, M.S. Cherkiss, B.M. Jeffery, & K.G. Rice. 2009. Alligators and crocodiles as indicators for restoration of Everglades ecosystems. *Ecological Indicators*, 9(6 SUPPL.), 137–149.
- Medem, F. 1981. Los Crocodylia de sur America Volumen I Los Crocodylia de Colombia. Colciencias. Pp 357. Bogotá D.C.
- Morales-Betancourt, M., C. Lasso, J. de La Ossa, & A. Fajardo-Patiño. 2013. VIII. Biología y conservación de los Crocodylia de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. 336 p.
- Moreno, A., Hernández, O., Molina, C. & Amauci, J. 2014. Uso de hábitat de *Crocodylus intermedius* y *Caiman crocodilus* en el P.N. Santos Luzardo, Estado Apure, Venezuela. *Bol. Acad. C. Fis., Mat. Y Nat. LXXIV* (2): 29 – 38.

- Moreno-Arias, R. A., M.C. Ardila-Robayo, W. Martínez-Barreto, & R.M. Suárez-Daza. 2013. Ecología poblacional de la babilla (*Caiman crocodilus fuscus*) en el valle del río Magdalena (Cundinamarca, Colombia). *Caldasia*, 35(1), 25-36.
- Moreno-Arias, R. A., M.C. Ardila-Robayo, W. Martínez-Barreto, & R.M. Suárez-Daza. 2016. Navigating with the Orinoco Crocodile. 14 – 15 p. En: Crocodile Specialist Group – Newsletter. IUCN. Species Survival Commission. 35 (2). 32 p.
- Ouboter, P. E. & Nanhoë, L. M. 1989. Notes on the Dynamics of a Population of *Caiman crocodilus crocodilus* in Northern Suriname and its Implications for Management. *Biological Conservation*. 48: 243 – 264.
- Pacheco-Álvarez, A.D. 2009. Distribución, abundancia y estructura poblacional del Babo Morichalero (*Paleosuchus palpebrosus*) en los Llanos Orientales del estado Anzoátegui. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Trabajo especial de Grado. Caracas Venezuela. Pp 109.
- Peñuela, L., & J.J. Rodríguez. 2014. Capítulo 1. Contexto forestal en la cuenca del río Bitá, Vichada. 27 – 70 pp. En: Manejo forestal sostenible en plantaciones en la cuenca del río Bitá, Vichada, Colombia. No. 4 Serie conservación de la biodiversidad en predios productivos. La imprenta Editores S.A. Pp 214.
- Rebêlo, G.H. & Lugli, L. 2001. Distribution and abundance of four caiman species (Crocodylia: Alligatoridae) in Jaú National Park, Amazonas, Brazil. *Revista de Biología Tropical*. 49 (3-4). On-line version ISSN 0034-7744.
- Ríos, M. & Trujillo, F. 2004. Censo preliminar de Crocodylia en los ríos Meta y Bitá, departamento del Vichada (Colombia). En: Diazgranados M.C. & Trujillo, F. Fauna acuática en la Orinoquia colombiana. IDEADEDET. Bogotá, D. C. Colombia. 229–259 p.
- Rodríguez, M. 2000. Estado y distribución de los Crocodylia en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá D.C. 71 p.
- Sánchez, J. 2001. Estado de la población de cocodrilos (*Crocodylus acutus*) en el río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica. Reporte Final. Instituto Nacional de Biodiversidad. San José, Costa Rica. 49pp.



- Seijas A.E. 2010. Efectividad de la liberación de individuos criados en cautiverio como herramienta para restaurar poblaciones de cocodrilos (género *Crocodylus*) en el Neotrópico. 77 – 86 pp. En: De Oliveira-Miranda, R., J. Lessmann, A. Rodríguez-Ferraro, & F. Rojas-Suárez (eds.). Ciencia y conservación de especies amenazadas en Venezuela: Conservación Basada en Evidencias e Intervenciones Estratégicas. Provita, Caracas, Venezuela, 234 pp.
- Seijas, A. E. 1986. Estimaciones de babas (*Caiman crocodilus*) en los Llanos occidentales de Venezuela. Vida Silvestre Neotropical. 1(1): 24 – 30.
- Seijas, A. E. 1996. Coexistencia de babas y caimanes en la región costera venezolana. 217-253 pp. En: Péfaur, J. E. (Recopilador). Herpetología Neotropical. Actas del II Congreso Latinoamericano de Herpetología. II Volumen. Universidad de los Andes. Consejo de Publicaciones, CDCHT. Mérida, Venezuela.
- Seijas, A.E. 2007. Características distintivas y estado de conocimiento de las especies del género *Paleosuchus* (Crocodylia; Alligatoridae) en Venezuela. Memória de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales. 166: 27 – 44.
- Silva, A. J., F.M. Nogueira, & J.L. Freitas. 2010. *Caiman crocodilus* yacare em experimento controlado : confirmação estatística de sua contribuição ao balanço de nutrientes em um ecossistema aquático do pantanal Mato-Grossense , Brasil. Engenharia Ambiental. 7. 59–70.
- Staton, M. & Dixon, J. 1975. Studies on the dry season biology of *Caiman crocodilus crocodilus* from the Venezuelan llanos. Memorias de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales 35: 237 - 265.
- Thorbjarnarson, J. B. 1994. Reproductive ecology of the spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) in the Venezuelan llanos. Copeia 4: 907 - 919.
- Velasco, A. & Ayarzagüena, J. 1995. Situación actual de las poblaciones de Baba (*Caiman crocodilus*) sometidas a aprovechamiento comercial en los llanos venezolanos. Publ. Asoc. Amigos Doñana. 5: 14 – 19.
- Viloria-Lagares, T.A., Moreno-Arias, R.A. & Bloor P. 2017. Assessment of American Crocodile, *Crocodylus acutus* (Crocodylidae), and Brown Caiman, *Caiman*

*crocodilus fuscus* (Alligatoridae), populations in the Paramillo National Natural Park, Colombia. Herpetological Conservation and Biology. 12: 24 – 32.

## 2. Capítulo 2. Evaluación de las características del hábitat relacionadas con los cocodrilianos a lo largo del río Bitá, Vichada, Colombia.

### 2.1 Resumen

Se evaluó cómo se distribuyen la disponibilidad y calidad del hábitat para los cocodrilianos y cómo es su variación espacial y temporal a lo largo del río Bitá, Vichada Colombia. Para esto, se identificaron y midieron 14 variables relacionadas con las dimensiones de refugio, alimentación y reproducción para los cocodrilianos en 8 transectos de 10 km y durante 3 épocas climáticas. El bosque de ribera en los diferentes transectos es continuo, ancho, con buena cobertura del dosel (más del 74 %) y con una altura promedio mayor a 6,2 metros. Los sitios de refugio como enramadas, árboles que tocan el agua con las ramas, los rebalses y los charcos, son comunes en todos los transectos aunque las cantidades varían. Todos los transectos fueron identificados como meándricos a partir del índice de sinuosidad (mayor a 1,5). Las playas aptas para reproducción se encuentran en todo el río, pero su abundancia relativa promedio (0,83 playas/Km) es baja. La mayor disponibilidad de peces, aves y mamíferos se concentran en la parte alta y media del río y se reduce hacía la parte baja. Los sitios se ordenaron a partir del PCA en función de la altura promedio del bosque de ribera y en el número promedio de enramadas. La abundancia de *Caiman crocodrilus* se pudo predecir a partir de los componentes principales 2 y 3, que se asocian en mayor medida a la cantidad de enramadas y al índice de sinuosidad; el modelo de regresión de los componentes principales de las variables del hábitat explica el 49,7% de la abundancia de *Ca. crocodilus* ( $R^2 = 0,497$ ;  $F_{(2;20)}=11,858$ ;  $p < 0,001$ ).

**Palabras clave:** Hábitat, cocodrilianos, *Caiman crocodilus*, disponibilidad de hábitat, calidad de hábitat.

## 2.2 Abstract

We evaluated how the availability and quality of habitat for the crocodilians is distributed and how is their spatial and temporal variation along the River Bitá, Vichada Colombia. We identified and measured 14 variables related to the dimensions of refuge, feeding and reproduction for crocodilians in eight transects of 10 km and during three climatic epochs. The riparian forest in the different transects is continuous, wide, with good coverage of the canopy (more than 74%) and with an average height greater than 6.2 meters. Shelter sites such as shelters, trees that touch the water with branches, overflows and puddles, are common in all transects although the quantities vary. All transects were identified as meandering from the sinuosity index (greater 1.5). The beaches suitable for reproduction are found throughout the river, but its average relative abundance (0.83 beaches / km) is low. The greater availability of fish, birds and mammals are concentrated in the upper and middle part of the river and reduced to the lower part. The sites were ordered from the PCA based on the average height of the riparian forest and on the average number of arbors. The abundance of *Caiman crocodilus* could be predicted from the main components 2 and 3, which are associated to a greater extent with the number of branches and sinuosity index; the regression model explains 49.7% of the abundance of *Ca. crocodilus* ( $R^2 = 0.497$ ,  $F(2; 20) = 11.858$ ,  $p = >> 0.001$ ).

**Key words:** Habitat, crocodilians, *Caiman crocodilus*, habitat availability, habitat quality.

## 2.3 Introducción

El hábitat se define como un área donde se presenta una combinación de recursos, condiciones ambientales y climáticas, que permiten el establecimiento, supervivencia y reproducción de individuos o poblaciones de una especie. El hábitat es específico de la especie y puede variar según las condiciones ambientales, la cantidad de individuos, por la presencia de depredadores o competidores y por los requerimientos de la especie (Morrison et al. 2006).

Las poblaciones o individuos para establecerse tienen requerimientos relacionados con la alimentación, sitios de refugio, agua y además de las condiciones específicas de cada especie. Las condiciones del hábitat, relacionadas con la calidad, disponibilidad y heterogeneidad del mismo, suplen las necesidades de las poblaciones de las especies y determinan su distribución y abundancia en un área determinada (Morrison et al. 2006).

Todos los cocodrilos tienen hábitos anfibios y son considerados depredadores tope, que habitan en lagos, ríos, costas y pasan la mayor cantidad del tiempo cerca o en el agua (Grigg & Kirshner, 2015). En la Orinoquia se distribuyen cuatro especies de cocodrilianos, *Crocodylus intermedius* o cocodrilo del Orinoco, *Caiman crocodilus* o caíman de anteojos, *Paleosuchus palpebrosus* y *P. trigonatus* o cachirres (Medem, 1981).

Se ha establecido que *C. intermedius* se asocia a sitios con alta densidad de playas de anidación y con texturas principalmente arenosas (Seijas & Chávez, 2002), a pozos que se forman en los ríos principales durante la época de sequía, asociados a playas y sitios de refugio como enramadas y vegetación que brindan protección a neonatos y juveniles (Thorbjarnarson & Hernández, 1993; Bonilla-Centeno & Barahona-Buitrago, 1999). Para *Ca. crocodilus* se ha encontrado una relación positiva de la abundancia de la especie con la cobertura vegetal de las riberas y con los sitios de refugio como enramadas y árboles que tocan el agua con sus ramas (Moreno-Arias et al., 2013), además con la cantidad de bancos de arena y riberas con menor pendiente (Cabrera et al., 2003). Particularmente para las especies del género *Paleosuchus* la información referente a las condiciones del hábitat es poca y se conoce que su mayor abundancia se asocia a caños pequeños, tributarios de grandes ríos, con una alta cobertura vegetal (Campos et al., 1995; Campos et al., 2007; Botero-Arias, 2007; Pacheco-Álvarez 2009), además que cuando coexisten con *Ca. crocodilus* prefiere los sitios de menor profundidad del río, mayor temperatura ambiental y cobertura vegetal (Dammer, 2005).

El objetivo de la presente investigación fue realizar una aproximación a las relaciones entre la abundancia de cocodrilianos registrados en el río Bitá, con las características del hábitat. Además se buscó evaluar la variación espacial, de las características del hábitat en el río Bitá, que se ha documentado que están relacionadas con la abundancia del cocodrilo del Orinoco y de otros cocodrilianos.

## 2.4 Área de estudio

El río Bitá se ubica en el departamento del Vichada, al oriente de Colombia y pertenece a la gran cuenca del Orinoco. La cuenca de este río tiene un área aproximada de 838.359 ha, distribuidas en el municipio de La Primavera (52,51%) y Puerto Carreño (47,99%). Los ecosistemas que caracterizan la cuenca del río Bitá son los ecosistemas de sabana, de bosque de galería, de bosque de galería bien drenado, bosque de galería inundable,

el saladillal, el morichal y los afloramientos rocosos, además de plantaciones forestales de caucho, pino y eucalipto (Peñuela & Rodríguez, 2014).

La cuenca del río Bitá presenta una estacionalidad marcada y de tipo monomodal con un máximo de lluvias entre junio y julio (700 y 900 mm) y una época seca de diciembre a febrero (0 – 90 mm), con una precipitación media anual de 2366 mm. La temperatura alcanza el máximo en marzo (32.9 °C) y el mínimo en julio (27.7 °C), con una temperatura promedio anual de 28,9°C. La humedad relativa (HR) alcanza el mínimo en marzo (65 %) y el máximo en julio (84%), con una HR promedio anual de 79 % (Peñuela & Rodríguez, 2014).

## **2.5 Metodología**

### **2.5.1 Muestreo del hábitat**

A lo largo del río Bitá se establecieron 8 transectos de 10 km cada uno por el cauce principal del río, medidos con el procesador de trayecto de un GPS (Oregon 550). Los transectos se localizaron desde la parte alta del río (T1), hasta la parte baja (T8), separados entre transectos con una distancia promedio de 80 kilómetros. Se realizaron tres muestreos que corresponden a la época de mayor precipitación (junio y julio de 2016), la época de menor precipitación (enero y febrero de 2017) y durante la época de inicio de precipitaciones (marzo – abril de 2017).

En cada transecto se evaluaron características del hábitat relacionados con requerimientos de refugio, forrajeo y reproducción, para los cocodrilianos (Tabla 2-1). Estos atributos del hábitat se relacionan de tal forma que la disponibilidad de bosque de ribera es un indicador indirecto de la oferta de presas y del grado de intervención humana sobre el hábitat. La disponibilidad de presas (peces, aves y mamíferos) es una medida directa de la oferta alimentaria. La vegetación flotante y emergente, los rebalses, charcos, enramadas y la sinuosidad del río, son una medida directa de la oferta de sitios de refugio y una medida indirecta de la oferta alimentaria para los neonatos y juveniles (Antelo et al., 2008; Espinosa-Blanco & Seijas, 2010; Moreno-Arias et al., 2013). La disponibilidad de playas y barrancos es una medida directa de la oferta de sitios para la construcción de nidos del cocodrilo del Orinoco (Thorbjarnarson & Hernández, 1993; Bonilla-Centeno & Barahona-Buitrago, 1999; Seijas & Chávez, 2002).

**Tabla 2-1:** Significados de los lugares de reproducción, refugio y grupos alimenticios para cocodrilianos evaluados a lo largo del río Bitá, Vichada, Colombia.

---

**Lugares de reproducción, refugio y forrajeo**

---

**Playas:** sitios compuestos de sustrato arenoso, que se observan cuando el nivel del río baja y tiene una pendiente menor a 30°

**Barranco:** sitios del borde del río, con sustrato compuesto de arena, arcilla o barro, con una pendiente entre 30° y 60°

**Enramadas:** árboles caídos o ramas caídas en el borde o centro del río, que ya se encuentran secas y forma agrupaciones.

**Árboles con ramas que tocan el agua:** árboles del borde del río, que sus ramas alcanza el espejo de agua.

**Rebalse:** sitios de desborde del río, que tienen menos de un metro de profundidad y solo están presentes durante la época de mayor precipitación.

**Charcos:** sitios de poca profundidad menor a 60 cm, con poco flujo de agua, por lo general asociados a las orillas y se presentan solo en la época seca.

**Bosque de ribera:** sitios potenciales de presas para el cocodrilo del Orinoco y demás cocodrilianos

**Disponibilidad de presas:** biomasa y riqueza de especies de aves, mamíferos y peces

---

### 2.5.2 Bosque de ribera

El bosque de ribera se evaluó en diez subtransectos de 200 m, cada kilómetro, para cada transecto. En cada uno de los subtransectos se midió la longitud del bosque de cada ribera y se determinó el punto más ancho del bosque. La longitud se midió con el procesador de trayectoria de un GPS (Oregon 550), ubicando los puntos de inicio y final de la cobertura en una línea perpendicular a la trayectoria del bote a una velocidad

constante de 10km/h. El ancho máximo de cada porción de bosque se estimó por medio de imágenes satelitales de Google Earth (Moreno-Arias et al., 2013).

La calidad del bosque de ribera se estimó a partir de la cobertura arbórea y altura del dosel. Para esto, en tres subtransectos, se realizó una franja de 50\*2 metros, ubicada dentro del bosque de ribera de cada orilla, donde cada cinco metros se estimó el porcentaje de cobertura arbórea con un densitómetro (Moreno-Arias et al., 2013) y la altura del dosel con un medidor de distancias (Simmos, LRF 600), apuntando al punto más alto de la cobertura vegetal. Las características del bosque de ribera, solo se estimaron durante la época de inicio de precipitaciones.

### **2.5.3 Sitios de refugio**

La cuantificación de los sitios de refugio como enramadas, árboles que tocan el agua con sus ramas, rebalses y charcos, se realizó en subtransectos de 200 metros, cada kilómetro en los transectos (Moreno-Arias et al., 2013) a una velocidad constante de 10 km/h. Se registró el número de sitios de refugio en las dos orillas del río. Esta cuantificación se realizó durante las tres épocas de muestreo. Se estimó el índice de sinuosidad de cada transecto del río, registrando la proporción entre la longitud recorrida por el cauce del río y longitud recta entre los puntos de inicio y fin de cada transecto.

### **2.5.4 Sitios de reproducción**

La evaluación de los sitios de reproducción se hizo por medio de la cantidad de playas aptas por transecto en la época de menor precipitación. Una playa apta se definió en base a las siguientes variables: la cobertura de la playa, la altura con respecto al agua, el grado de inclinación, el largo perpendicular al afluente, el ancho paralelo al afluente y la textura del suelo (Thorbjarnarson & Hernández, 1993; Bonilla-Centeno & Barahona-Buitrago, 1999; Seijas & Chávez, 2002). Esta última variable solo se midió en playas con una altura mayor a un metro, largo de más de 15 metros, con poca cobertura de arbusto y herbáceas; una pendiente menor a los 60° y se hizo por medio del método de textura de Bouyoucos (Dewis & Freitas, 1970).



### 2.5.5 Disponibilidad de presas

La dieta de *Crocodylus intermedius* y demás cocodrilianos se constituye principalmente de peces, mamíferos y aves (Medem, 1981; Antelo et al., 2008), por lo que se evaluó la oferta de estos tres grupos. Para determinar la riqueza y biomasa de aves se realizaron puntos de observación en cada transecto, cada kilómetro durante 10 minutos, para un total de 10 puntos de observación, para registrar todas las aves que sean presas potenciales del cocodrilo del Orinoco y demás cocodrilianos (garzas, patos, paujiles, gallinetas o pavas),

La riqueza y biomasa de peces se cuantificó realizando jornadas de pesca donde se registró el tiempo de pesca, la categoría taxonómica y el peso en gramos de cada pez capturado en cada transecto. Para determinar la riqueza de mamíferos se realizaron caminatas en playas y barrancos, donde los mamíferos se acerquen al agua, para detectar huellas en los diferentes transectos. Se registró la longitud recorrida y se hizo un registro fotográfico de las huellas, se tomaron medidas y todos los datos que permitieron realizar la posterior identificación. La evaluación de peces se realizó durante las tres épocas de muestreo, las aves se cuantificaron durante la época de mayor y menor precipitación, y para los mamíferos solo se realizó en la época de menor precipitación. La biomasa de las especies de aves y mamíferos se estimó a partir del peso promedio, reportado en la bibliografía, de las especies detectadas.

### 2.5.6 Análisis de datos

Los datos de longitud, ancho, altura y cobertura del dosel del bosque de ribera y la disponibilidad de sitios de refugio, se usaron como el promedio de las variables, para cada transecto. Para los sitios de reproducción se estimó la abundancia relativa de playas aptas para la reproducción en cada transecto como: playa aptas para la reproducción / kilómetros recorridos. Además con las medidas de largo y ancho de las playas, se estimó el área de cada playa como: Ancho (m)\*Largo (m). El área de las playas aptas para la reproducción se usó como el promedio por cada transecto. Se estimó la sinuosidad de cada transectos, como:  $S = \text{longitud recorrida} / \text{longitud recta de cada transecto}$ .

La disponibilidad de peces para cada transecto se estimó como la biomasa fresca sobre el esfuerzo de muestreo calculándose como gramos pescados/tiempo de pesca. La

biomasa para cada transecto y especie de aves y mamíferos se estimó como: biomasa reportado en la literatura \* número de individuos registrados. La biomasa total de cada grupo se estimó a partir de la sumatoria de la biomasa por especie. La disponibilidad de aves en cada transecto se estimó como: biomasa total / tiempo de observación. La disponibilidad de mamíferos se estimó como: biomasa total / metros recorridos.

La diferencia espacial y temporal de la disponibilidad de las características del hábitat, para los diferentes transectos se describió por medio de un análisis de componentes principales (PCA). Para este análisis se usaron las variables en su totalidad para todas las épocas de muestreo y en cada transecto, porque algunas variables del hábitat cambian en función de la temporalidad. En el caso de charcos, rebalses y la variables relacionadas con las playas de reproducción, que son recursos sujetos a la temporalidad, se remplazaron con 0 durante la época que están ausentes, en este caso charcos y las playas desaparecen durante la época de mayor precipitación y los rebalses durante las épocas de menor e inició de precipitaciones. La disponibilidad de aves se usó como el promedio de la estimación para las dos épocas muestreadas, en cada transecto. En el caso de mamíferos se asumió que la disponibilidad medida durante una época, representa el transecto en las demás épocas. Para las variables del bosque de ribera y la sinuosidad, se usaron los datos del muestreo para todas las épocas, en el caso del bosque de ribera los promedios para cada variable y para la sinuosidad el valor del índice para cada transecto, esto porque los cambios no son evidentes en el tiempo de duración de la presente investigación.

Para evaluar si existe una relación entre las variables del hábitat, con la abundancia de *Caiman crocodilus* y *Paleosuchus palpebrosus* en el río Bitá, se usó una regresión lineal múltiple por pasos, de la abundancia estimada de cada especie, con los componentes principales con un autovalor mayor a 1, en este caso con los primeros 5 componentes principales (tabla 2-3). Esto porque los componentes principales son ortogonales, lo cual elimina el efecto de la colinealidad de las variables, supuestos que no cumplen las variables iniciales. Los datos de abundancia relativa de los cocodrilianos para el río Bitá, se tomaron durante las mismas épocas, en los mismos transectos y por medio de recorridos nocturnos.

## 2.6 Resultados

### 2.6.1 Bosque de ribera

Los mayores valores de longitud promedio del bosque de ribera se encontraron en la parte media del río (T4, T5 y T6), las zonas más anchas de bosque se localizan en la parte media y baja del río (T5, T6 y T8). Además la mayor altura del bosque de ribera se alcanzó en la parte media del río (T4 y T6), y la mayor cobertura del dosel se encontró en la parte media y baja (T4, T6 Y T7) (Tabla 2-2).

**Tabla 2-2:** Categorías, variables del hábitat y valores de las diferentes variables para los diferentes transectos a lo largo del río Bitá. Promedio  $\pm$  desviación estándar; número de muestras (épocas de muestreo).

Categoría	Variables del hábitat	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Refugio	No. Promedio de enramadas	4,15 $\pm$ 4,6; 2	3,83 $\pm$ 3,4; 3	4,17 $\pm$ 3,2; 3	4,83 $\pm$ 2,9; 3	4,57 $\pm$ 2,0; 3	4,73 $\pm$ 1,7; 3	2,23 $\pm$ 1,1; 3	3,5 $\pm$ 0,1; 2
	No. Promedio de árboles que tocan el agua con sus ramas	6,0 $\pm$ 2,4; 2	4,97 $\pm$ 1,0; 3	4,83 $\pm$ 1,8; 3	5,13 $\pm$ 1,1; 3	4,63 $\pm$ 2,1; 3	5,8 $\pm$ 1,1; 3	10,43 $\pm$ 4,3; 3	6,65 $\pm$ 0,4; 2
	No. Promedio de rebalses	0,10	1,90	0,30	0,20	0,20	0,10	0,40	-
	No. Promedio de charcos	0,40	0,05 $\pm$ 0,1; 2	0,45 $\pm$ 0,1; 2	0,25 $\pm$ 0,1; 2	0,4 $\pm$ 0,3; 2	0,35 $\pm$ 0,2; 2	0,1 $\pm$ 0,1; 2	0,5 $\pm$ 0,3; 2
	Índice de Sinuosidad	1,97	3,13	1,49	1,65	1,85	2,25	3,17	1,61
Alimentación	Promedio de gr de peces / minuto	31,84 $\pm$ 41,5; 3	37,46 $\pm$ 41,3; 3	35,87 $\pm$ 37,3; 3	32,07 $\pm$ 27,1; 3	16,97 $\pm$ 15,3; 3	28,23 $\pm$ 15,7; 3	7,62 $\pm$ 10,2; 3	16,01 $\pm$ 5,9; 2
	Promedio de gr de aves / minuto	449,28 $\pm$ 531,4; 2	160,27 $\pm$ 56,9; 2	173,71 $\pm$ 213,3; 2	244,96 $\pm$ 285,6; 2	345,395 $\pm$ 280,6; 2	515,045 $\pm$ 728,4; 2	179,225 $\pm$ 101,4; 2	158,44 $\pm$ 158,44
	Promedio de gr de mamíferos / metro lineal	1703,33	444,00	370,46	1443,73	902,54	976,23	1219,46	312,08
	Ancho promedio del bosque de ribera	181,59	60,82	309,58	375,67	799,63	748,13	390,17	531,56

	Altura promedio del bosque ribera	6,54	6,23	6,72	8,39	7,97	8,92	7,39	6,73
	Largo promedio del bosque ribera	186,84	34,50	186,50	200,00	189,85	188,00	185,30	168,15
	Cobertura promedio del dosel del bosque ribera	74,93	73,96	76,86	83,73	78,13	85,62	83,39	76,06
	AR de playas aptas para la reproducción	0,20	0,10	1,50	1,10	1,40	1,20	0,30	0,80
<b>Reproducción</b>									
	Área en m <sup>2</sup> de playas aptas para la reproducción	450,50	715,00	2550,60	2005,45	6522,17	4299,00	1330,30	5580,00

### 2.6.2 Sitios de refugio

A lo largo del río Bitá, todos los sitios de refugio se encuentran en todos los transectos pero la cantidad no se distribuye de forma homogénea a lo largo del río. La mayor cantidad de enramadas se encuentran en la parte media del río (T4, T5 y T6) y la mayor cantidad de árboles que tocan con sus ramas el agua se concentran en la zona alta y baja del río (T1, T7 y T8). En cuanto a los sitios de refugio que se forman en el río, la mayor cantidad de rebalses se concentran en la zona alta (T2) y los charcos en la zona alta y baja del río (T3 y T8) (Tabla 2-2). Para la sinuosidad los valores encontrados muestran que el general todos los transectos son clasificados con meandros (valor de S mayor a 1.5), los valores más altos del índice de sinuosidad se encontraron en la parte alta y baja (T2 y T7) (Tabla 2-2).

### 2.6.3 Sitios de reproducción

A lo largo del río Bitá se observan playas aptas para la reproducción, aunque la abundancia relativa de las playas aptas no se distribuyen de forma homogénea, siendo más abundantes en la parte alta y media del río (T3, T4, T5 y T6). La estimación del área promedio de las playas aptas para la reproducción, permite evidenciar que la mayor

superficie de playas aptas para la reproducción se concentran en la parte media y baja del río (T5, T6 y T8) (Tabla 2-2).

#### 2.6.4 Disponibilidad de presas

Las presas potenciales del cocodrilo del Orinoco y demás cocodrilianos, se registraron en todos los transectos. La mayor disponibilidad de peces se concentra en la parte alta y media del río (T1, T2, T3 y T4). La mayor disponibilidad de presas potenciales de aves se localizan en la parte alta y media del río (T1 y T6) y la mayor disponibilidad de mamíferos se encuentra en las tres secciones del río, aunque con mayor incidencia en la parte media (T1, T4, T5, T6 y T7) (Tabla 2-2).

#### 2.6.5 Variación espacial y temporal de las variables del hábitat

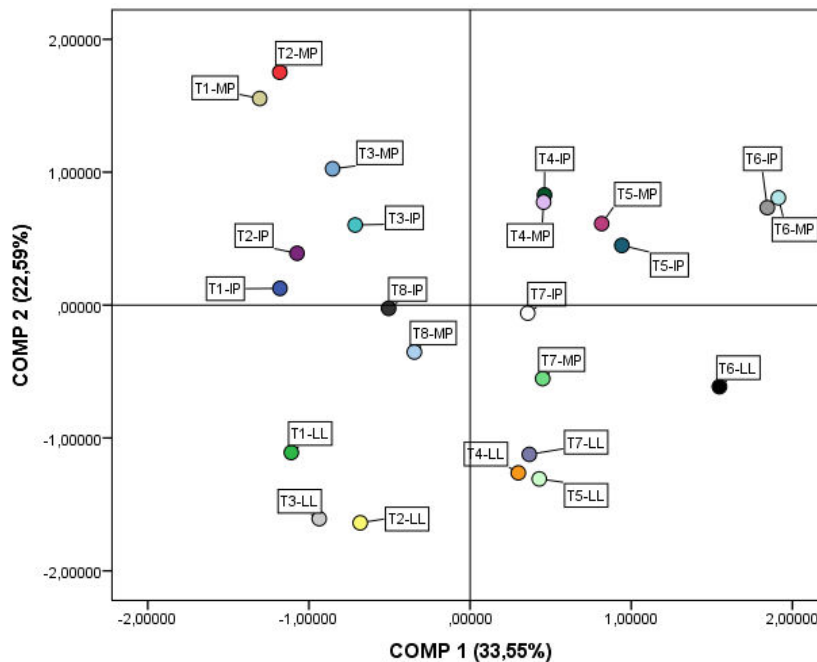
El análisis de componentes principales (PCA), permitió recopilar en los 3 primeros componentes principales el 68,34% de la variación. El primer componente recogió el 33,55% de la variación y está más relacionado con la variable de altura promedio del dosel del bosque de ribera (0,932). El segundo componente principal recogió el 22,59% de la variación y se relaciona más con el número promedio de enramadas (0,932) y el componente 3 recogió el 12,20% de la variación y está más relacionado con el índice de sinuosidad (-0,89).

El gráfico de los componentes principales uno y dos (Figura 2-1), permite ordenar los transectos con respecto al componente principal 1 en función del espacio. Es así que se ordenan los transectos con mayor (T4, T5, T6 y T7) y menor (T1, T2, T3 y T8) altura promedio del bosque de ribera. Con respecto al componente dos, se organizan los transectos en función de la temporalidad, y se observa una agrupación de la época de mayor precipitación o de lluvias, frente a las épocas de menor e inicio de precipitaciones, épocas donde son más frecuente las enramadas en el río.

#### 2.6.6 Relación de la abundancia de *Caiman crocodilus* y *Paleosuchus palpebrosus*, con las variables del hábitat en el río Bitá

El modelo de regresión multilíneal se corrió con los primeros 5 componentes porque los autovalores son mayores a 1 (Tabla 2-3). La abundancia relativa (ind/Km) de *Caiman*

*crocodilus*, se relacionó con los componentes principales 2 y 3 (Tabla 2-4). El modelo de regresión multilíneal permitió explicar el 49,7% de la variación de la abundancia de *Ca. crocodilus* en el río Bita ( $R^2 = 0,497$ ;  $F_{(2;20)}=11,858$ ;  $p<<0,001$ ). El modelo de regresión lineal múltiple para la abundancia relativa de *Paleosuchus palpebrosus*, no incluyó ninguna variable.



**Figura 2-1:** Gráfico de componentes principales 1 y 2. Componente principal 1 (COMP 1); componente principal 2 (COMP 2), época de mayor precipitación (LL), época de menor precipitación (MP) y época de inicio de precipitaciones (IP).

## 2.7 Discusión

Los valores de longitud promedio del bosque de ribera en el río Bita, muestran en general que el bosque es continuo a lo largo de los transectos. Además los valores promedios del ancho del bosque, permite evidenciar que se conserva una franja considerable de bosque de ribera. Estas condiciones del bosque, son favorables para las poblaciones de cocodrilianos, porque son un indicativo de baja intervención antrópica y de buen estado de conservación del bosque. Además se ha reportado para cocodrilianos, que es indispensable una buena cobertura vegetal, para el establecimiento de poblaciones,

porque esto limita el acercamiento de los humanos (Thorbjarnarson, 1988). También se ha comprobado que los cocodrilianos son más frecuentes en zonas con buenas coberturas vegetales y donde se conserva las coberturas boscosas de los cuerpos de agua (Balaguera-Reina & González-Maya, 2009; Moreno-Arias et al., 2013; Vilorio-Lagares et al., 2017), además de una correlación positiva entre la cantidad de bosque de ribera y la abundancia de babillas (Moreno-Arias et al., 2014).

**Tabla 2-3:** Autovalores, porcentaje de varianza y acumulación de la varianza del análisis de PCA para las variables del hábitat en el río Bitá, Vichada, Colombia.

Componente principal	Total	% de varianza	% acumulado
1	4,697	33,549	33,549
2	3,163	22,590	56,139
3	1,708	12,197	68,336
4	1,194	8,525	76,862
5	1,038	7,415	84,276
6	0,725	5,178	89,454
7	0,533	3,806	93,260
8	0,283	2,023	95,284
9	0,218	1,555	96,839
10	0,176	1,259	98,099
11	0,129	0,919	99,018
12	0,101	0,722	99,740
13	0,035	0,251	99,992
14	0,001	0,008	100,000

**Tabla 2-4:** Análisis de varianza para evaluar la significancia del modelo de regresión lineal múltiple entre los componentes principales del hábitat con una autovalor mayor a 1 y la abundancia relativa de *Caiman crocodilus* en el río Bitá, Vichada, Colombia.

	Estimado	Error estándar	T	valor de p
Constante	31,291	3,202	9,773	<<0,001
Componente principal 3	13,281	3,274	4,057	,001
Componente principal 2	8,821	3,274	2,694	,014

A lo largo del río Bitá se encontró una buena oferta de sitios de refugio para los cocodrilianos. Estos sitios se distribuyen a lo largo del río de tal forma que en sitios donde es menos abundante algún sitio de refugio, es más común otro recurso. Esta distribución de los sitios de refugio evidencia una oferta constante a lo largo de los transectos. La alta incidencia y amplia oferta de sitios de refugio, favorecen el establecimiento de poblaciones de cocodrilianos en el río Bitá, porque garantizan la protección contra depredadores naturales y humanos, además de ofrecer recursos alimenticios para las clases de tamaño más pequeñas (Ayarzagüena, 1983; Bonilla-Centeno & Barahona-Buitrago, 1999; Rueda-Almonacid et al., 2007; Antelo, 2008; Espinosa-Blanco & Seijas, 2010). En cuanto al índice de sinuosidad de cada transecto, se observó que en general los estos se consideran como meandros. Esta clasificación puede favorecer el establecimiento de adultos de cocodrilianos, porque la sinuosidad es un indicativo indirecto de la cantidad de pozos que se podrían formar en el cauce principal del río, los cuales son favorables para el establecimiento de adultos de *C. intermedius* durante la época de menor nivel del río, porque favorecen la reproducción y la disponibilidad de alimento (Medem, 1981; Bonilla-Centeno & Barahona-Buitrago, 1999; Antelo, 2008; Espinosa-Blanco & Seijas, 2010).

Las playas aptas para la reproducción se encuentran distribuidas a lo largo de todo el río Bitá. El promedio de abundancia relativa de playas aptas (0,83 playas/km), es más bajo que lo reportado para el sistema del río Cojedes en Venezuela de 1,25 playas/km (Espinosa-Blanco et al., 2010), que es considerado el área con la población más grande de *C. intermedius* en su distribución (Seijas & Chávez, 2002). Los datos de abundancia relativa de playas aptas, permiten evidenciar que si bien las playas para la reproducción



se encuentran en todo el río, la disponibilidad de este recurso es baja y se concentra en mayor proporción en la parte media del río.

La disponibilidad de recursos alimenticios para los cocodrilianos se observa a lo largo de todos los transectos en el río Bitá. En general la mayor disponibilidad de recursos alimenticios se concentra en las zonas altas y medias del río Bitá y los recursos se reducen cuando se acerca a la parte baja del río. La zona baja del río Bitá, presenta mayor incidencia de actividades antrópicas como la pesca, construcciones, vías de acceso, embarcaciones y la zona es más cercana y de fácil acceso desde el centro poblado de Puerto Carreño. Estas condiciones de intervención antrópica que se observan en la parte baja del río, puede generar presiones sobre los recursos alimenticios de los cocodrilianos, haciendo así que se reduzca su disponibilidad en algunos sectores del río Bitá.

El PCA ordenó los transectos que presentan una mayor altura promedio del bosque de ribera opuestos a los de menor altura del bosque de ribera. Esta disposición de los transectos muestra que el bosque de ribera de mayor altura se concentra en la parte media del río y el bosque más bajo se encuentran en la parte alta del río. Otras características del hábitat que se asocian a los transectos con mayor altura promedio del bosque de ribera, son la mayor cobertura del dosel y una mayor longitud del bosque de ribera. Estas características pueden influir directamente en la abundancia de las poblaciones de cocodrilianos, porque ofrecen mayor protección contra los humanos (Thorbjarnarson, 1988); se ha evidenciado que las babillas se asocian a sectores con mayor cantidad de bosque de ribera (Moreno-Arias et al., 2013). Además una mayor cobertura del dosel puede ser un indicativo indirecto de la disponibilidad de hojarasca, recurso importante en la construcción de nidos de *Ca. crocodilus* (De La Ossa et al., 2013).

El componente 2 del PCA, ordenó los transectos en función de la temporalidad. Se puede observar que los transectos durante la época de lluvias se agrupan opuestos a las épocas de menor precipitación e inicio de lluvias. Esta ordenación se da en función del número promedio de enramadas. La variación temporal de los niveles del río, permiten que durante las épocas de menor e inicio de precipitaciones, este recurso de refugio esté más disponible, mientras que durante la época de mayor precipitación, el río Bitá desborda el cauce principal e inunda los bosque y sabanas aledaños, haciendo que este

recurso solo esté disponible por las enramadas de mayor tamaño que están dispuestas en las orillas.

En base al modelo de regresión lineal múltiple, se pudo explicar la abundancia relativa de *Ca. crocodilus* incluyendo los componentes principales 2 y 3, estos dos componentes principales se asocian en mayor medida a la disponibilidad promedio de enramadas (componente 2) y al índice de sinuosidad del río (componente 3). Los sitios de refugio como enramadas, vegetación flotante o emergente y árboles que tocan el agua con sus ramas ofrecen para las clases de tamaño menores (menos de 120 cm) refugio contra los depredadores, sombra y abundantes insectos y peces pequeños (Ayarzagüena, 1983; Rueda-Almonacid et al., 2007). De esta forma se puede constatar que los sitios de refugio son importantes para el establecimiento de las poblaciones de babilla. En cuanto al índice sinuosidad, los valores altos indican que los ríos son meándricos, propiciando la oferta de zonas de menor corriente y poca profundidad (Mueller, 1968). Estos factores pueden favorecer el establecimiento de poblaciones de cocodrilianos, porque ofrecen sitios para el establecimiento de individuos en las épocas de menor nivel del río y en estos lugares se concentran los peces.

## 2.8 Conclusiones

Los recursos del hábitat medidos en el presente estudio, se encuentran disponibles a lo largo del río Bitá. En general las condiciones del bosque de ribera son buenas y evidencian poca intervención en el área de estudio. Los sitios de refugio están disponibles a lo largo de todo el río y en sectores donde un recurso es más limitado, otro es más abundante. Para el río Bitá, la disponibilidad de alimento es buena y se encuentra a lo largo de todo el río, aunque en menor proporción en la parte baja. Aunque las playas aptas para la reproducción se encuentran a lo largo del río, su disponibilidad es baja y este recurso es de vital importancia para la reproducción del cocodrilo del Orinoco.

En general el presente estudio, permitió describir cómo se distribuyen y están disponibles recursos del hábitat para los cocodrilianos relacionados con categorías de refugio, alimentación y reproducción. La generación de esta investigación permitirá orientar acciones de conservación sobre cocodrilianos y en especial para el cocodrilo del Orinoco a lo largo del río Bitá, teniendo en cuenta la disponibilidad y calidad de variables que influyen en el establecimiento y supervivencia de poblaciones.

## 2.9 Bibliografía

- Antelo R. 2008. Biología del Cocodrilo o Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en la Estación Biológica El Frío, Estado Apure (Venezuela). Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Pp 336. España.
- Ayarzagüena, J. 1983. Ecología del caimán de anteojos o baba (*Caiman crocodilus* L.) en los llanos de Apure (Venezuela). Doñaña Acta Vertebrata. 10 (3): 1 – 136.
- Balaguera-Reina, S.A. & J.F. González-Maya. 2009. Estructura poblacional, abundancia, distribución y uso de hábitat de *Caiman crocodilus fuscus* (Cope, 1868) en la Vía Parque Isla de Salamanca, Caribe colombiano. Revista de Biología Marina y Oceanografía. 44(1): 145 – 152.
- Bonilla-Centeno, O.P., & S.L. Barahona-Buitrago. 1999. Aspectos ecológicos del caimán llanero (*Crocodylus intermedius* Graves, 1819) en un subareal de distribución en el departamento de Arauca (Colombia). Rev. Acad. Colomb. Cienc. 23 (86): 39-48.
- Botero-Arias, R. 2007. Padrões de movimento, uso de microhábitat e dieta do jacaré-paguá, *Paleosuchus palpebrosus* (Crocodylia: Alligatoridae), em uma floresta de Paleovárzea ao sul do Solimões, Amazônia Central, Brasil. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Tesis de postgrado. Manaus – Brasil. 59 p.
- Cabrera, J., Protti, M., Urriola, M. & Cubero, R. 2003. Distribución y abundancia de *Caiman crocodilus* en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro, Costa Rica. Revista de Biología Tropical 51 (2): 571-578.
- Campos, Z., Coutinho, M. & Abercrombie, C. 1995. Size structure and sex ratio of dwarf caiman in the Serra Amolar, Pantanal, Brazil. Herpetological Journal 5: 321-322.

- Campos, Z., Zucco, C. & Batista, G. 2007. Registro de ocurrencia de jacaré-paguá (*Paleosuchus palpebrosus*), na RPPN Engenheiro Eliezer batista, Pantanal, Brazil. Comunicado Técnico. 60: 1 – 4.
- Dammer, K. 2005. Distribución y uso de hábitat de *Caiman crocodilus* y *Paleosuchus trigonatus* en el río Tiputini. Tesis de pregrado. Quito – Perú. 65 p.
- De la Ossa, J.V., A. De La Ossa-Lacayo, A. Farjado-Patiño., C.A., Lasso, R. Antelo, & M.A. Morales-Betancourt. 2013. 8. *Caiman crocodilus* (Linnaeus 1758). En: Morales-Betancourt, M., C. Lasso, J. de La Ossa, & A. Fajardo-Patiño. (Editores). VIII. Biología y conservación de los Crocodylia de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Dewis, J. y F. Freitas, 1970. Métodos físicos y químicos de análisis de suelos y aguas. 252 p. Boletín sobre suelos Nº 10. 252 p. FAO, Roma, Italia.
- Espinosa-Blanco A.S., & A.E. Seijas. 2010. Uso de hábitat entre crocodílidos en el sistema del río Cojedes, Venezuela. Revista Latinoamericana de Conservación. 1(2): 112- 119.
- Espinosa-Blanco, A.S., A.E. Seijas & O. Hernández. 2010. Reproducción y colecta de huevos del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el sistema del río Cojedes, Venezuela. 32-40 pp. En: Crocodiles. Proceedings of the 20th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge UK.

- Grigg, G., & D. Kirshner, D. 2015. Biology and Evolution of Crocodylians. CSIRO Publishing. Pp 671. Australia.
- Medem, F. 1981. Los Crocodylia de sur America Volumen I Los Crocodylia de Colombia. Colciencias. Pp 357. Bogotá D.C.
- Moreno-Arias, R. A., M.C. Ardila-Robayo, W. Martínez-Barreto, & R.M. Suárez-Daza. 2013. Ecología poblacional de la babilla (*Caiman crocodilus fuscus*) en el valle del río Magdalena (Cundinamarca, Colombia). *Caldasia*, 35(1), 25-36.
- Morrison, M. L., B.G. Marcot, & R.W. Mannan. 2006. Wildlife – habitat relationships: concept and applications. 3<sup>rd</sup> ed. ISLANDPRESS. Pp 521. Washington, Covelo, London.
- Mueller, J.E.1968. An introduction to the hydraulic and topographic sinuosity indexes. *Annals of the American Association of Geographers*. 58 (2): 371 – 385.
- Pacheco-Álvarez, A.D. 2009. Distribución, abundancia y estructura poblacional del Babo Morichalero (*Paleosuchus palpebrosus*) en los Llanos Orientales del estado Anzoátegui. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Trabajo especial de Grado. Caracas Venezuela. Pp 109.
- Peñuela, L., & J.J. Rodríguez. 2014. Capítulo 1. Contexto forestal en la cuenca del río Bitá, Vichada. 27 – 70 pp. En: Manejo forestal sostenible en plantaciones en la cuenca del río Bitá, Vichada, Colombia. No. 4 Serie conservación de la biodiversidad en predios productivos. La imprenta Editores S.A. Pp 214.
- Rueda-Almoacid, J. V., J. Carr, R. Mittermejer, J.V. Rodriguez-Mahecha, R. Mast, R. Vogt, A. Rhondin, J. de la Ossa- Velásquez, J. Rueda, & C. Mittermeier. 2007. Las tortugas y los cocodrilos de los países andinos del trópico. Serie de guías

- 
- tropicales de campo N° 6. Conservación Internacional. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Pp 538. Bogotá D.C.
- Seijas A.E., & C. A. Chávez. 2002. Reproductive status and nesting ecology of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in the Cojedes river system, Venezuela. *Vida Silvestre Neotropical*. 11(1-2): 23- 32.
- Thorbjarnarson, J.B. 1988. The status and ecology of the American crocodile in Haite. *Bull. Florida. State Mus., Biol., Sci.* 33(1): 1 – 86.
- Thorbjarnarson, J.B., & G. Hernández. 1993. Reproductive ecology of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Venezuela. I. Nesting ecology and egg and clutch relationships. *Journal of Herpetology* 27(4): 363- 370.

### **3. Capítulo 3. Distribución y variación de la presión humana, y aproximación a la percepción sobre los cocodrilianos en el río Bitá, Vichada, Colombia**

#### **3.1 Resumen**

Se evaluó la presión humana permanente y temporal a lo largo del río Bitá. Para clasificar la presión humana, se definieron categorías de presión humana a partir de los indicios de la presencia humana. Se realizaron recorridos a lo largo del río Bitá durante tres épocas climáticas, se registraban todos los indicios de presión humana y se georeferenciaron. Con las coordenadas se construyeron mapas de densidad de puntos de la presión humana permanente que corresponde a construcciones y plantaciones forestales y de la presión humana temporal que corresponde a las demás categorías. Se registraron 27 construcciones y 19 plantaciones a lo largo del río. De las demás categorías se realizaron 295 registros, que corresponden 17 a la época de mayor precipitación, 131 a la época de menor precipitación y 147 a la época de inicio de precipitaciones. Las categorías que más se registraron son pescador, canoa y motor, estas categorías se relacionan con las actividades de pesca deportiva y comercial. La presión humana tiende a concentrarse en la parte media y baja del río Bitá y aumenta con respecto a la época climática, siendo más comunes las actividades humanas en el río Bitá durante la época de menor nivel del río y se concentran con mayor intensidad en la cuenca baja del Bitá. La parte baja del río Bitá presenta vías de acceso, mayor cantidad de construcciones y es de fácil acceso desde el casco urbano de Puerto Carreño, Vichada.

**Palabras clave:** Presión humana, densidad de puntos, río Bitá, Vichada.

### 3.2 Abstract

We evaluate the permanent and temporary human pressure along the River Bitá. We classified the human pressure by defining categories and made trips along the River Bitá during three climatic epochs, we registered all the signs of human pressure and they were georeferenced. With the coordinates we made point density maps of the permanent human pressure that corresponds to forest constructions and plantations and of the temporary human pressure that corresponds to the other categories. We registered 27 constructions and 19 plantations along the river. Of the other categories, we made 295 records, which correspond to 17 times of greatest precipitation, 131 to the times of least precipitation and 147 to the time when precipitation begins. The categories that we register the most are fishermen, canoe and motor, these categories are related to sport and commercial fishing activities. Human pressure tends to concentrate in the middle and lower reaches of the Bitá River and increases with respect to the climatic epoch, human activities being more common in the Bitá River during the lower river epochs and concentrated more intensely in the lower part of the Bitá river. The lower part of the Bitá River has access roads, more buildings and is easily accessible from the urban area of Puerto Carreño, Vichada.

**Key words:** human pressure; dot density; River Bitá, Vichada.

### 3.3 Introducción

Los cocodrilianos son muy representativos en la cultura, supervivencia y cosmogonía de comunidades indígenas y pobladores de las regiones donde se distribuyen las poblaciones de estos reptiles (Morales-Betancourt et al., 2013). Se ha documentado la importancia de este grupo de fauna, en actividades que no afectan las poblaciones de forma negativa como en las creencias indígenas, en el uso medicinal, ornamental y en el turismo de naturaleza (Morales-Betancourt et al., 2013). Estas actividades no son nocivas para las poblaciones y generan apropiación cultural de los cocodrilianos.

Por otra parte, las actividades documentadas sobre los cocodrilianos que tienen efectos negativos en la supervivencia de estos reptiles son el consumo de su carne, el aprovechamiento de sus pieles con fines comerciales a partir del tráfico ilegal, el uso de los individuos como carnada para la captura de peces, la instalación de redes de pesca que producen la muerte accidental, la muerte de animales por desconocimiento y temor,



y la degradación e intervención del hábitat (Bonilla-Centeno & Barahona-Buitrago, 1999; Morales-Betancourt et al., 2013).

Colombia es reconocida como el país con la mayor diversidad de cocodrilianos del mundo, pues en el país se distribuyen seis especies de cocodrilianos de la siguiente manera *Crocodylus acutus* o caimán aguja distribuido en las cuencas Caribe, Magdalena y Pacífico y *C. intermedius* o cocodrilo del Orinoco, restringido a la cuenca del Orinoco. *Caiman crocodilus* distribuida en todo el país, *Melanosuchus niger* en la cuenca del Amazonas; *Paleosuchus palpebrosus* y *P. trigonatus* en la cuenca del Amazonas y Orinoco (Morales-Betancourt et al., 2013).

De las especies distribuidas en la cuenca del Orinoco, la única que se incluye en una categoría de amenaza es *C. intermedius*. Esta especie se encuentra catalogada en Peligro Crítico (CR) de extinción según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (CSG, 1996; Castaño-Mora, 2002; Morales-Betancourt et al., 2015). El estado de conservación de las poblaciones de cocodrilo del Orinoco es producto de la caza indiscriminada que se desarrolló entre 1920 y 1960, donde se estima que de algunos ríos de la Orinoquia colombiana, se extrajeron más de 254.000 pieles (Medem 1981). En la actualidad el estado de las poblaciones de cocodrilianos sigue una tendencia general a la disminución en Colombia y Venezuela (Medem, 1981; Lugo, 1996; Ardila-Robayo et al., 2001; Ardila-Robayo et al., 2002; Seijas et al., 2010; Espinosa-Blanco & Seijas, 2012; Babarro, 2014).

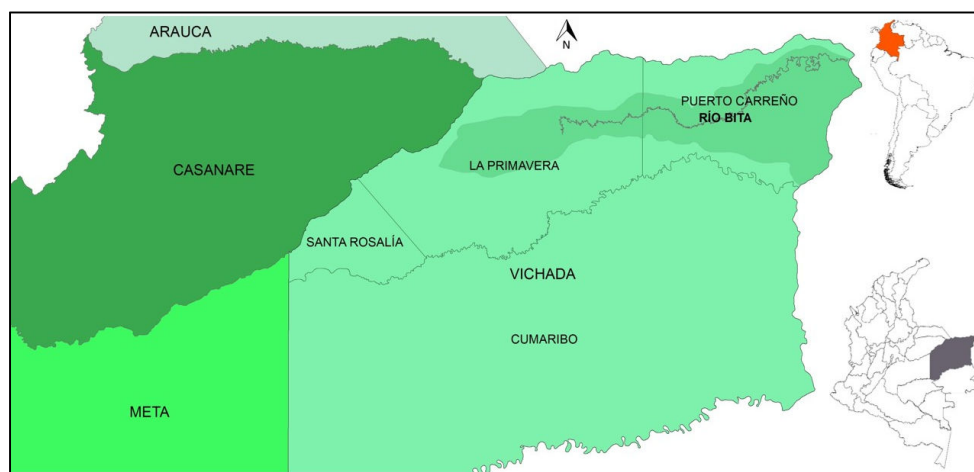
También se ha evidenciado que el cocodrilo del Orinoco es sometido a comercio de neonatos y juveniles, a la depredación de sus nidadas y a muertes por desconocimiento y temor (Bonilla-Centeno & Barahona-Buitrago, 1999). Además en el sistema del río Cojedes en Venezuela, se evidenció que la navegabilidad y la distancia a los centros poblados, influyen en la distribución de la abundancia de *C. intermeidus*, de tal forma que la especie es más abundante en sector que no son navegables durante todo el año y se encuentran más lejos de los centros poblados (Seijas, 2001).

El objetivo de la presente investigación, fue evaluar cómo se distribuye a lo largo del río Bitá, la presencia humana y como varía con respecto a las épocas climáticas. Además se buscó realizar una aproximación de la percepción humana sobre los cocodrilianos en el área de estudio. Esta información permitirá orientar la formulación de estrategias de

manejo y conservación de forma más precisa y teniendo en cuenta la dimensión humana, aspectos clave en la conservación de *C. intermedius*.

### 3.4 Área de estudio

El río Bita pertenece a la gran Cuenca del río Orinoco, en la provincia fisiográfica de la megacuenca de sedimentación de la Orinoquia y en la subprovincia Planicies altas de la Orinoquia no inundable (IGAC, 1999). Este río se ubica al oriente de Colombia, en el departamento de Vichada y los municipios de La Primavera y Puerto Carreño (Figura 3-1). La cuenca de este curso de agua tiene un área aproximada de 838.127,230 hectáreas, distribuidas en un 52,1 % en el municipio de La Primavera y un 47,49 % al municipio de Puerto Carreño. Los valores medios anuales de temperatura, humedad relativa y precipitación son de 28,9 °C, 70 % y de 2366 mm respectivamente (Peñuela & Rodríguez, 2014).



**Figura 3-1:** Mapa del área de estudio, donde se muestra la cuenca del río Bita y los municipios del departamento del Vichada, Colombia.

La cuenca del río Bita es de gran importancia económica para la región, porque es una fuente importante de peces de consumo y es la ruta de acceso que permite la comunicación de los predios de la zona rural con el centro poblado de Puerto Carreño (Peñuela & Rodríguez, 2014). Además las actividades económicas que se desarrollan en esta cuenca, involucran la ganadería extensiva, cultivos de pan coger, el desarrollo de agroindustria y el crecimiento acelerado y transformación de la sabana para el establecimiento de cultivos forestales (Peñuela & Rodríguez, 2014). También el río Bita es considerado uno de los tributarios más pequeños del río Orinoco, aunque su potencial

para la conservación está en que presenta una alta diversidad y la intervención humana es baja (University of Maryland Center for Environmental Science et al., 2016).

## 3.5 Metodología

### 3.5.1 Muestreo de la presión humana

Se realizaron tres muestreos que corresponden a la época de mayor precipitación (junio y julio de 2016), la época de menor precipitación (enero y febrero de 2017) y durante la época de inicio de precipitaciones (marzo – abril de 2017). Durante cada salida se recorrieron 528,6 km por el cauce principal del río, registrando y georreferenciando todos los indicios o rastros de la presencia humana en el río Bitá. Se definieron 10 categorías para agrupar la información registrada (Tabla 3-1).

**Tabla 3-1:** Categorías para agrupar los registros de la presión humana a lo largo del río Bitá.

Categoría	Descripción
Pescador	Personas que practica la actividad de pesca comercial, artesanal o deportiva.
Canoa	Embarcación sin motor fuera de borda
Motor	Embarcaciones que son impulsadas o cuentan con un motor fuera de borda
Arte de pesca	Redes, calandrios y demás artes de pesca que se encuentran instaladas en el río
Turismo	Sitios donde se concentra las personas para hacer uso recreativo del río
Campamento	Zonas usadas por turistas o personas de la zona para desarrollar actividades de pesca, por lo general se encuentran en las playas
Doméstico	Bombas de agua, tanques y demás objetos que se usen para hacer uso del río por parte de alguna construcción
Animales	Son todos los animales domésticos que se registran, como perros y ganado

---

Construcciones	Hacer referencia a casas, planchones, campamentos permanentes y carreteras
Plantaciones	Cultivos de plantaciones forestales como pino, eucalipto y acacia

---

### 3.5.2 Percepción sobre cocodrilianos

Para conocer la percepción de los pobladores sobre los cocodrilianos y en particular sobre el cocodrilo del Orinoco, se implementó una entrevista abierta, que consiste en un dialogo abierto orientado por el investigador. Para guiar la entrevista se usaron preguntas de apoyo y estímulos relacionados con las variables a evaluar. Se evaluó la percepción y el conocimiento con respecto a los sitios donde se ha visto a las especies de cocodrilianos, las especies que diferencian y conocen en el río Bitá, la relación con los cocodrilianos, los usos conocidos sobre los cocodrilianos y el potencial para la conservación.

### 3.5.3 Análisis de datos

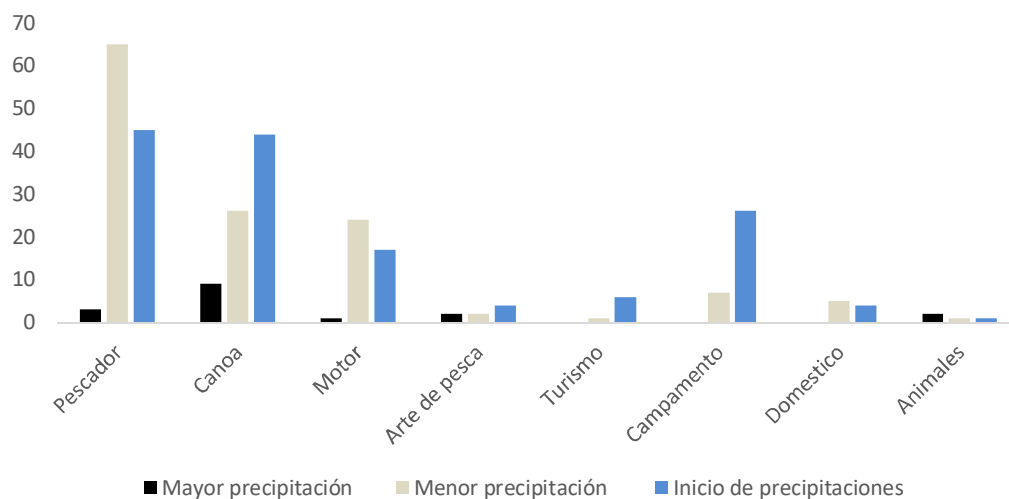
Con las coordenadas de la presencia humana, se generaron capas de puntos de presión humana a lo largo del río Bitá. Con las capas de datos, se realizó un análisis de densidad de puntos, usando la configuración de círculos con el método de *Neighborhood*, en la versión 10.2 de ArcGIS (Silverman, 1986). Los datos de percepción humana se analizaron de forma descriptiva.

## 3.6 Resultados

### 3.6.1 Presión humana

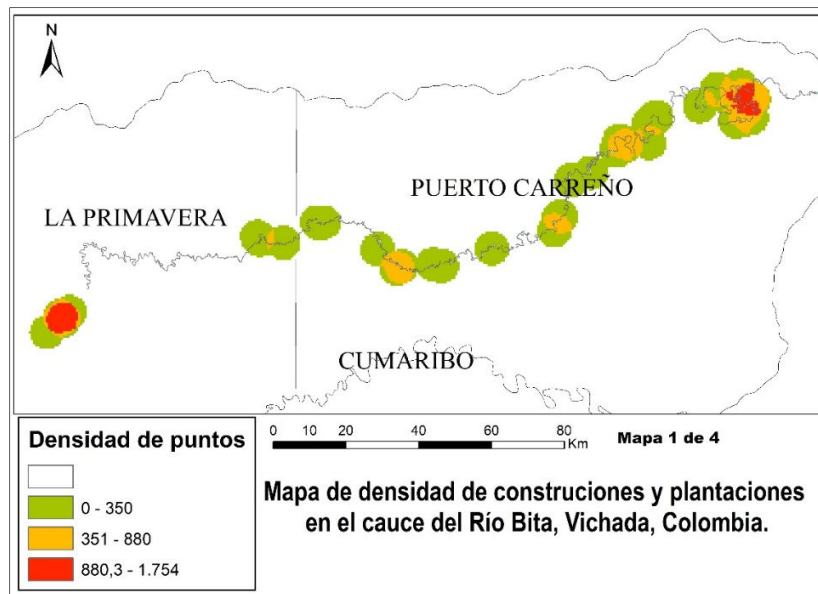
En total se realizaron 3 recorridos que sumaron 1585,8 Km durante los tres recorridos en las diferentes épocas de muestreo. Los registros de la presencia humana se dividieron en presión humana permanente que corresponde a las construcciones y plantaciones, que son constantes a largo plazo, las demás categorías se clasificaron como presión humana temporal, que están sujeta a la variación climática en el río Bitá. En total para la presión permanente, se realizaron 46 registros, de los cuales 27 corresponden a construcciones y 19 a plantaciones de pino, eucalipto y acacia.

Para la presión humana temporal, se realizaron en total 295 registros, que corresponden 17 a la época de mayor precipitación, 131 a la época de menor precipitación y 147 a la época de inicio de precipitaciones. En la época de mayor precipitación la categoría canoa fue la más frecuente (9). Durante las épocas de menor e inicio de precipitaciones, las categorías más frecuentes fueron pescadores (con 65 y 45 registros respectivamente) y canoa (con 26 y 44 registros respectivamente) (Figura 3-2).



**Figura 3-2:** Frecuencias de las categorías de presión humana a en las diferentes épocas de muestreo a lo largo del río Bitá, Vichada, Colombia.

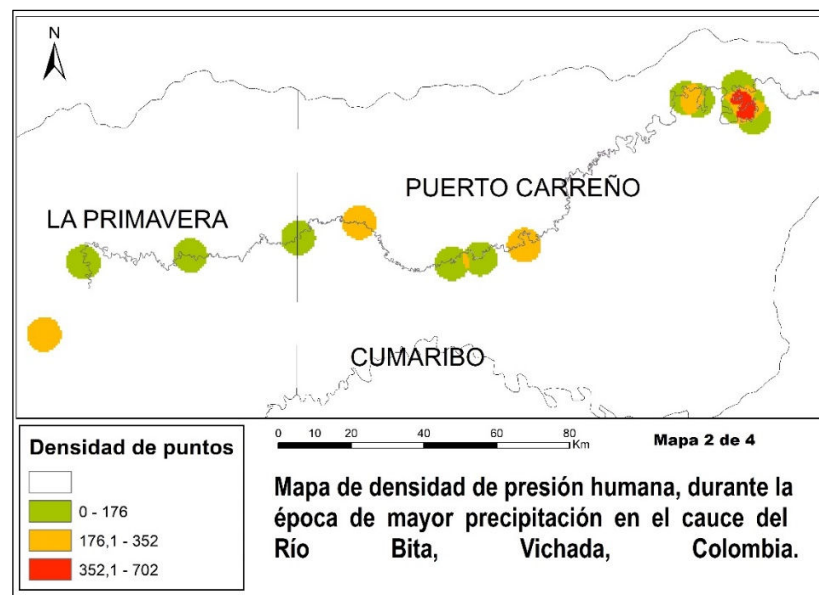
La densidad de puntos de la presión humana permanente muestra que a lo largo del río Bitá se encuentran dos sectores con la mayor cantidad de construcciones y plantaciones, uno hacía la parte alta del río y otro hacia la parte baja, además de unos sectores de mediana presión humana en la parte media del río Bitá (Figura 3-3).



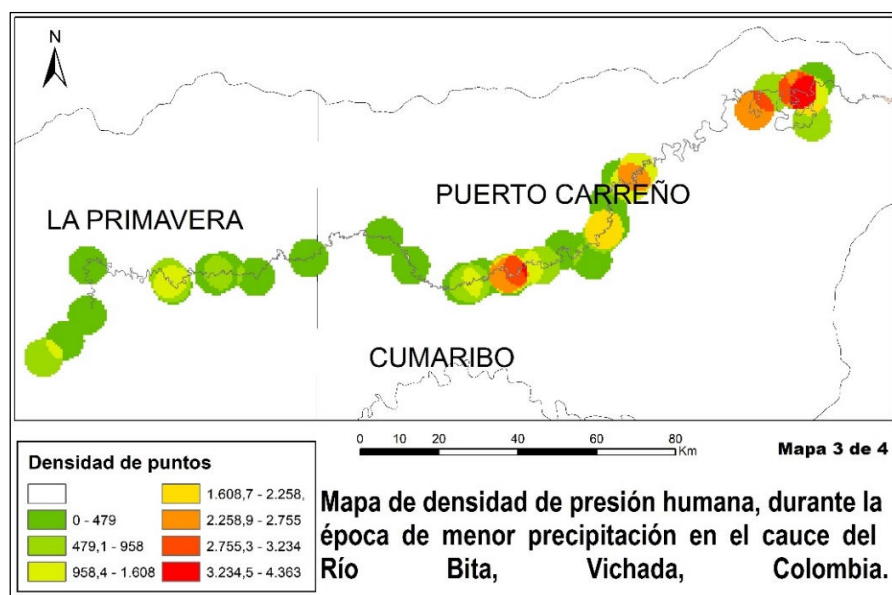
**Figura 3-3:** Mapa de densidad de puntos de la presión humana permanente a lo largo del río Bita, Vichada, Colombia.

La época con menor presión humana temporal corresponde a la época de mayores precipitaciones. Durante esta época el análisis de densidad de puntos muestra la mayor presión humana en la parte baja del río, con puntos de presión humana media en la parte alta y media del río Bita (Figura 3-4).

La mayor presión humana se observó durante las épocas donde los niveles del río son menores. Durante la época de menor precipitación, la mayor presión humana se concentró en dos sectores de la parte media del río y hacía la parte baja, aunque se observa una tendencia de agrupación de puntos de baja y media densidad en la parte media del río (Figura 3-5).



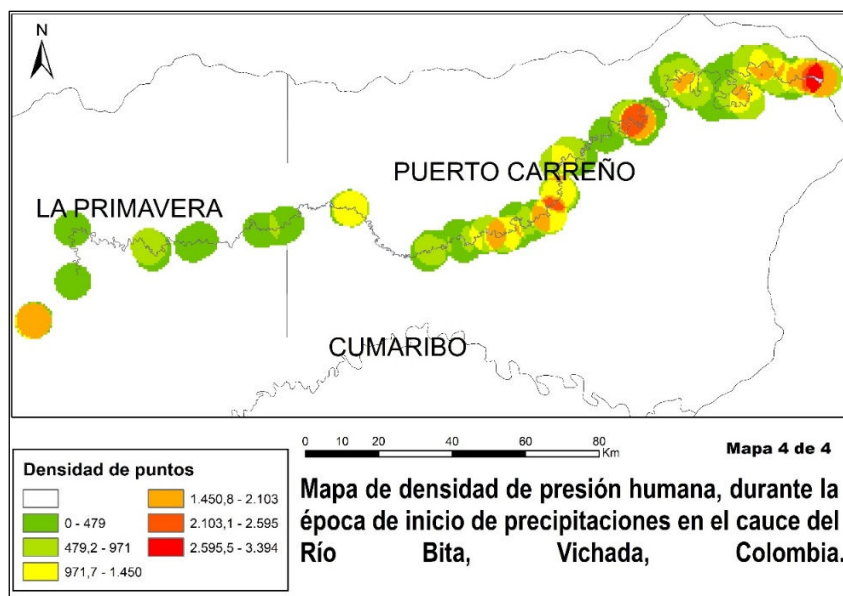
**Figura 3-4:** Mapa de densidad de puntos de la presión humana temporal de la época de mayor precipitación a lo largo del río Bitá, Vichada, Colombia.



**Figura 3-5:** Mapa de presión humana temporal en la época de menor precipitación a lo largo del río Bitá, Vichada, Colombia.

Finalmente la época que presentó mayor incidencia de presión humana en todo el río Bitá, es la época de inicio de precipitaciones. Durante esta época el análisis de densidad

de puntos muestra que desde la parte media del río, hacia la parte baja se concentran puntos de densidad media y alta, pero se presenta un continuo de presión humana a lo largo de estos sectores (Figura 3-6).



**Figura 3-6:** Mapa de presión humana temporal en la época de inicio de precipitaciones a lo largo del río Bitá, Vichada, Colombia.

### 3.6.2 Percepción sobre los cocodrilianos

En total se realizaron 10 entrevistas a diferentes pobladores del río Bitá. En cuanto al conocimiento de las especies, dos personas no diferencian ninguna especie de cocodriliano y los demás entrevistados reportan la presencia de un caimán negro y un caimán amarillo. En cuanto a la pregunta en que sitios se han observado los cocodrilos del Orinoco, 5 entrevistados nunca lo han observado, 3 personas lo han visto en lagunas asociadas al cauce principal del río, 1 persona en un caño y 1 en una playa. En cuanto a la relación con la especie, se enfocó la pregunta a conocer que inspira el cocodrilo de Orinoco en los entrevistados, a 7 les produce miedo, a 2 le produce curiosidad y a una le produce admiración.

En cuanto a los usos, 6 personas no reportan ninguno, 1 persona reportó venta de cocodrilos del Orinoco hace más de 30 años y 3 personas reportan la venta de carne de babilla como pescado seco en la época de semana santa. En cuanto al potencial para la conservación del cocodrilo del Orinoco en el río Bitá, 8 personas están interesadas en



participar de forma activa en la conservación de la especie, siempre y cuando se acompañe de un proceso de educación ambiental y se realice con las personas de la región. Dos de los entrevistados no están interesados en procesos de conservación, porque consideran que el cocodrilo del Orinoco es muy abundante en el río Bitá.

### 3.7 Discusión

En general la cantidad de registros de presión humana que se realizaron a lo largo del río Bitá son bajos; esto permite evidenciar que la densidad poblacional asociada al cauce principal del río es poca y se concentra en la parte baja del río. Este patrón de baja concentración humana es generalizado en las zonas más alejadas de los centros poblados en la Orinoquia Colombia, donde son comunes las bajas densidades humanas (Correa et al., 2006). En cuanto a los registros de las categorías de presión humana, se evidenció que las categorías “canoa” y “pescadores” son muy frecuentes en todas las épocas y representan la mayor cantidad de registros. Esto muestra que el uso principal al cual está sometido el río es la pesca, el cual es considerado un afluente de gran importancia económica para la región, por la cantidad de peces que suministra (Peñuela & Rodríguez, 2014). El aumento en la cantidad de registros de las categorías “canoa” y “pescadores”, se puede atribuir durante la época de menor precipitación, al desarrollo de la pesca deportiva, porque se observa una mayor incidencia de la categoría “motor”, medio de transporte destinado para el desarrollo de este tipo de turismo. Cuando se observa el aumento de las categorías “canoa” y “campamento” durante la época de inicio de precipitaciones, esto puede estar más relacionado con la actividad de pesca comercial o de subsistencia.

La densidad de puntos mostró para la presión humana permanente, una mayor concentración en la parte alta y baja, sectores que se caracterizan por presentar una mayor cantidad de plantaciones forestales (parte alta) y estar asociado al sector conocido como paso ganado (parte baja), donde se encuentran varios predios cerca de un puente que conecta las dos orillas del río Bitá y permite el acceso a los predios de la parte baja. Además esta carretera se conecta con la que conduce de Puerto Carreño, Vichada a Villavicencio, Meta.

La variación de la presión humana temporal, mostró un patrón que se relaciona con la estacionalidad del río, siendo durante la época de mayor precipitación, cuando se observan puntos distantes de presión humana y de menor intensidad. Durante las épocas

de menores lluvias e inicio de precipitaciones, se observa un aumento considerable de la incidencia de la presión humana, que crea un continuo de baja y alta presión humana desde la parte media del río hacia la parte baja. Esta variación está influenciada por el incremento del registro de las categorías de “pescadores”, “canoa”, “motor” y “campamento”. El aumento de las categorías relacionadas con la actividad de pesca, puede tener efectos negativos sobre las poblaciones de cocodrilianos, porque se ha reportado que en el desarrollo de la pesca, se presentan muertes accidentales de individuos de cocodrilianos al quedar atrapados en las redes de pesca y debido a la caza de los cocodrilianos para el uso como carnada para la captura del pez mota (Bonilla-Centeno & Barahona-Buitrago, 1999; Morales-Betancourt et al., 2013). Otro aspecto que puede influenciar el aumento de estas categorías es el aumento de la demanda turística en el departamento del Vichada, que en gran medida corresponde a la pesca deportiva y el ecoturismo y se da entre los meses de enero y septiembre (Fondo de promoción Turística de Colombia, 2012).

El sector del río con mayor incidencia de presión humana, corresponde a la parte baja durante las 3 épocas. En el sector de paso ganado, durante la época de menor precipitación se forman playas que son usadas para actividades de turismo por parte de las personas del centro urbano de Puerto Carreño. También es común observar durante la época de menor e inicio de precipitaciones a pobladores de la región realizando actividades de pesca en las playas o barrancos que se forman en el río. Además esta mayor incidencia y registro de actividad humana, se puede explicar por el fácil acceso a este sector del río.

En cuanto a los reportes de especies de cocodrilianos en el río Bitá, el conocimiento sobre la diferenciación de especies y la riqueza para el río es escaso, pues las personas reportan la presencia de dos caimanes (negro y amarillo), aunque se evidenció que estos reportes corresponden a comunicaciones extendidas en la región. Sin embargo, al indagar por características morfológicas que permitan la diferenciación de los animales, la gente se refiere solo al color, excluyendo a una sola persona que identificó la forma del cráneo para reconocer al cocodrilo del Orinoco. En general se evidenció que las personas reconocen como cocodrilo del Orinoco a las babillas de mayor tamaño (más de 2 metros) que se observan con frecuencia a lo largo del río Bitá.

En mayor proporción, lo que inspira el cocodrilo del Orinoco a los pobladores del río Bitá es miedo. Esta sensación está reforzada desde la época de la cacería comercial, con historias que se extendieron a lo largo de la región, pero ninguna persona tiene

conocimiento relacionado con algún ataque actual. El único uso que tiene en la actualidad algún efecto sobre las poblaciones de cocodrilianos, es la comercialización de carne de babilla como pescado seco. En este punto es importante considerar que la cacería de subsistencia y la cacería comercial se consideran amenazas actuales para la supervivencia de los cocodrilianos en Colombia (Morales-Betancourt et al., 2013).

Hay un gran potencial para la conservación en el río Bitá, porque las personas mencionaron están interesadas en los procesos de conservación y la presión humana a lo largo del río está sectorizada, lo cual facilita la toma de decisiones para la aplicación de un plan de manejo y conservación. Para el inicio de los procesos de conservación, se debe considerar el desarrollo de una estrategia de educación ambiental que se oriente a evidenciar la importancia ecológica de los cocodrilianos en los ecosistemas acuáticos de la Orinoquia, los potenciales económicos que se pueden desarrollar con esta actividad y los beneficios comunitarios a mediano y largo plazo.

### **3.8 Conclusiones**

La presión humana a lo largo del río Bitá se caracteriza por estar asociado en mayor proporción a las actividades de pesca deportiva y comercial, actividades que se desarrollan con mayor frecuencia durante las épocas de menor precipitación e inicio de precipitaciones. Además la presión humana se concentra durante todas las épocas y de forma permanente hacia la parte baja del río Bitá, en el sector conocido como paso ganado.

En general el conocimiento de los pobladores sobre los cocodrilianos en el río Bitá es escaso y se relaciona con historias extendidas a lo largo de la región desde la época de la cacería comercial del cocodrilo del Orinoco. Las comunidades reconocen la importancia de la conservación de la especie y en general estaría interesadas en el desarrollo de procesos de conservación, basados en una iniciativa de educación ambiental alrededor de los cocodrilianos.

La información generada con el desarrollo de este trabajo, permitió evidenciar que la presión humana en el río Bitá se encuentra sectorizada. Esta información permitirá orientar procesos de conservación dirigidos a la recuperación de poblaciones silvestres, determinando cuáles sectores del río son menos propensos a generar conflicto humano – cocodrilo, al conocer cómo se distribuye la presión humana temporal y permanente a lo largo del río Bitá.

### 3.9 Referencias

- Ardila-Robayo, M.C., S.L. Barahona, & O.P. Bonilla. 2001. Actualización del status poblacional del Caimán Llanero (*Crocodylus intermedius*) en el Departamento de Arauca (Colombia). Pp. 57-67. En: Velasco, G., G. Colomine, G. Villarroel & M. Quero. Memorias del Taller para la Conservación del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Colombia y Venezuela. Caracas.
- Ardila-Robayo, M.C., S.L. Barahona, & P. Bonilla. 2002. Monitoreo Poblacional de *Crocodylus intermedius* (Caimán Llanero) en los ríos Guayabero y Duda (municipio de La Macarena – Meta). Informe. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.
- Babarro, R. 2014. Balance de las liberaciones de caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Venezuela : 25 Años De Esfuerzo. Bol. Acad. C. Fís., Mat. y Nat. 74 (2) 75–87.
- Bonilla-Centeno, O.P., & S.L. Barahona-Buitrago. 1999. Aspectos ecológicos del caimán llanero (*Crocodylus intermedius* Graves, 1819) en un subareal de distribución en el departamento de Arauca (Colombia). Rev. Acad. Colomb. Cienc. 23 (86): 39-48.
- Castaño-Mora, O. V. 2002. Libro rojo de reptiles de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional-Colombia. Pp 160 Bogotá D.C.
- Correa, H.D., S.L. Ruiz, & L.M., Arévalo. (eds). 2006. Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia / 2005 - 2015 – Propuesta Técnica. Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación

- Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF - Colombia, GTZ – Colombia, Bogotá D.C. Pp 330.
- Crocodile Specialist Group (CSG). 1996. *Crocodylus intermedius*. The IUCN Red List of Threatened Species 1996.
- Espinosa-Blanco, A. S., & A.E. Seijas. 2012. Declinación poblacional del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en dos sectores del sistema del río Cojedes, Venezuela. ECOTRÓPICOS, 25(1), 22–35.
- Fondo de promoción Turística de Colombia. 2012. Plan de Desarrollo Turístico – Departamento de Vichada. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, República de Colombia. Pp 186.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 1999. Paisajes fisiográficos de Orinoquia – Amazonía. ORAM, Colombia. IGAC. Pp 355. Bogotá D.C.
- Lugo, M. 1996. Avance en la investigación del estatus del caimán del Orinoco. Crocodile Specialist Group Newsletter 15(4): 14-16.
- Medem, F. 1981. Los Crocodylia de sur América Volumen I Los Crocodylia de Colombia. Colciencias. Pp 357. Bogotá D.C.
- Morales-Betancourt, M., C. Lasso, J. de La Ossa, & A. Fajardo-Patiño. 2013. VIII. Biología y conservación de los Crocodylia de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. 336 p.
- Morales-Betancourt, M., C. Lasso, W. Martínez, M.,C. Ardila-Robayo, & P. Bloor. 2015. *Crocodylus intermedius* (Graves, 1819). Pp 186-190. En: Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, V. P. Páez y B. C. Bock. 2015. Libro rojo de reptiles de Colombia

- (2015). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia. Bogotá, D. C., Colombia.
- Peñuela, L., & J.J. Rodríguez. 2014. Capítulo 1. Contexto forestal en la cuenca del río Bitá, Vichada. 27 – 70 pp. En: Manejo forestal sostenible en plantaciones en la cuenca del río Bitá, Vichada, Colombia. No. 4 Serie conservación de la biodiversidad en predios productivos. La imprenta Editores S.A. Pp 214.
- Seijas, A. E., R. Antelo, J.B. Thorbjarnarson, & M.C. Ardila-Robayo. 2010. Orinoco Crocodile *Crocodylus intermedius*. 59 – 65 pp. En: Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan. Third Edition, ed. by S.C. Manolis and C. Stevenson. Crocodile Specialist Group: Darwin.
- Seijas, A.E. 2001. Presión humana, distribución y abundancia de caimanes (*Crocodylus intermedius*) en el sistema del río Cojedes, Venezuela. ECOTROPICOS. 14(1): 11 – 18.
- Silverman, B. W. 1986. Estimación de densidad para las estadísticas y el análisis de datos. New York: Chapman and Hall.
- University of Maryland Center for Environmental Science, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; Fundación Omaca, WWF. 2016. Cuenca del río Orinoco, 2016 reporte de salud Colombia. Pp 16.

## 4. Síntesis y Recomendaciones

### 4.1 Síntesis

El problema de investigación que se aborda en el presente estudio, se enfoca en la forma en la cual se ha abordado un problema de conservación de más de 40 años. El cocodrilo del Orinoco, es considerado una de las especies más amenazadas del Neotrópico (Rueda-Almonacid et al., 2007) y a pesar de los esfuerzos de conservación, la tendencia general de sus poblaciones es la disminución o a mantenerse entre monitoreos (Medem, 1981; Lugo, 1996; Ardila-Robayo et al., 2001; Ardila-Robayo et al., 2002; Seijas et al., 2010; Espinosa-Blanco & Seijas, 2012; Babarro, 2014). Este problema puede estar manteniéndose, porque el mayor componente de los programas de conservación está relacionado con la reintroducción, y no se desarrollan acciones que garanticen la supervivencia de los individuos reintroducidos, teniendo en cuenta las condiciones de cada sitio en particular. Las condiciones ambientales, biológicas y humanas determinan cuales opciones de manejo para la especie se ajustan mejor a los sitios donde se requieren.

Por lo anterior la presente investigación se presenta en tres capítulos, que abordan el estudio de los cocodrilianos en el río Bitá desde diferentes aspectos. Primero se buscaba conocer cuáles especies de cocodrilianos se distribuyen en el área de estudio, cómo varía su abundancia espacial y temporalmente, y si existe alguna relación entre las abundancias de las poblaciones e implícitamente realizar una evaluación del estado de conservación de *Crocodylus intermedius* en el área de estudio. Segundo, se definieron a partir de la literatura publicada, variables o aspectos del hábitat claves para los cocodrilianos, relacionadas con aspectos del hábitat como el refugio, la reproducción y la alimentación. Estas variables se midieron a lo largo del río Bitá, para evaluar cómo se distribuyen y cambian estos recursos espacial y temporalmente, y también para identificar cuáles variables del hábitat pueden influir en la abundancia de las especies.

Finalmente se categorizaron las evidencias de la presión humana a lo largo del río Bitá y se generaron mapas de presión humana para cada época de muestreo y un mapa para la presión humana permanente. Esta información permitió conocer cómo se distribuye la presión humana a lo largo del río Bitá.

La evaluación del estado poblacional de los cocodrilianos en el río Bitá, permitió registrar a *Caiman crocodilus* y *Paleosuchus palpebrosus*. No se registró a *C. intermedius*, posiblemente porque la abundancia es muy baja o ya se extinguió localmente. Las poblaciones de cocodrilianos en el río Bitá, se distribuyen a lo largo de todo el río, aunque la abundancia varía en términos espaciales y temporales, lo que evidencia que no se distribuye homogéneamente. La estructura poblacional muestra eventos de reclutamiento y de establecimiento de las diferentes clases de tamaño a lo largo del río. Los valores reportados de abundancia relativa corresponden a valores intermedios, si se comparan con la información publicada para las especies en otras zonas.

La evaluación de las variables del hábitat, mostró que en general el bosque de ribera se encuentran en buenas condiciones, que los sitios de refugio están disponibles en todos los transectos y que la disponibilidad de alimento es mayor en la parte alta y media del río, y disminuye hacia la zona baja, sector caracterizado por una mayor influencia humana. Los sitios de reproducción se encuentran disponibles en todo el río, pero su abundancia relativa promedio (0,8 playas/Km), es menor que la reportada para el sistema del río Cojedes, sitio en la distribución del cocodrilo del Orinoco con mayor abundancia (Seijas & Chávez, 2002; Espinosa-Blanco et al., 2010).

Para la presión humana, se observó que el mayor registro de actividades se relaciona con el desarrollo de la pesca deportiva y comercial. La incidencia de la presión humana cambia con las temporadas climáticas, siendo más escasa durante la época de mayor precipitación y se presenta con mayor incidencia durante las épocas de menores lluvias e inicio de las precipitaciones. En términos espaciales la mayor densidad de presión humana, se concentra en la parte baja del río Bitá y ocasionalmente en la parte media. La parte baja se caracteriza por presentar mayor cantidad de construcciones, vías de acceso y durante las épocas de menor precipitación, se destinan algunas playas con fines turísticos; además el acceso desde el casco urbano de Puerto Carreño es fácil.



La información generada en la presente investigación constituye una línea base para el desarrollo de propuestas de conservación para los cocodrilianos, en especial para el cocodrilo del Orinoco. Esta investigación abordó diferentes aspectos que permitirán elaborar y construir propuestas de conservación que consideren diversos aspectos de la especie, que consideren la toma de decisiones en escenarios poco favorables y la aplicación de diversas estrategias de conservación.

## 4.2 Recomendaciones

En términos generales, la información generada en el presente estudio, permitirá avanzar en el desarrollo de propuestas de conservación y su ejecución a corto, mediano y largo plazo. Las recomendaciones se enfocan en la conservación de *Crocodylus intermedius*, al ser una especie catalogada en Peligro Crítico. El río Bitá cuenta con un hábitat para los cocodrilianos en términos generales en buenas condiciones, además de una baja presión humana que se sectoriza la parte baja del río Bitá. Estas condiciones permiten que las acciones de conservación se centren directamente en la recuperación de las poblaciones en el área de estudio. A continuación se describen algunas recomendaciones de manejo para *C. intermedius*:

- **Fortalecimiento de las relaciones institucional:** es importante que se vinculen a todos los actores públicos y privados involucrados en los procesos de conservación en el área de estudio, esto con la finalidad de gestionar recursos económicos, humanos, académicos y sociales para la ejecución y puesta en marcha de las propuestas de conservación.
- **La recuperación del cocodrilo del Orinoco:** en este punto, con base en los datos de poblaciones de cocodrilianos, la mejor opción de recuperación para la especie es un proceso de reintroducción. Esta reintroducción se debe definir a partir de los patrones de abundancia de los demás cocodrilianos, definir los tamaños de liberación en función de la estructura de las poblaciones y llevarla a cabo teniendo en cuenta la distribución de las variables del hábitat y los sectores con menor presión humana.
- **Educación ambiental:** es importante el desarrollo y puesta en marcha de un programa de educación ambiental que se enfoque en la importancia ecológica de la especie, sus alternativas económicas y los beneficios a las comunidades al

corto y mediano plazo. También se debe generar una estrategia de comunicación, que permita conocer por parte de los usuarios temporales del río, las acciones de manejo que se implementan, los sitios donde se desarrollan y la percepción sobre estos procesos de conservación. El desarrollo de estas estrategias, debe ir acompañado de un estudio más profundo de la percepción sobre los cocodrilianos en el río Bitá, que tenga una muestra mayor y representativa de las comunidades presentes en el río Bitá.

- **Monitoreo y seguimiento:** los procesos de liberación deben ir acompañados de procesos de monitoreo, que permita determinar las tasas de supervivencia de los individuos reintroducidos, la identificación de las áreas de acción, la identificación de eventos de reproducción, determinar capacidades de carga, la evaluación del estado de médico veterinario de los individuos y finalmente, si estos procesos de reintroducción tiene efectos en el establecimiento de poblaciones de la especie.

El río Bitá, presenta una gran potencial para la conservación, al ser un área de la distribución histórica de la especie (Medem, 1981), presentar baja presión humana y condiciones del hábitat favorables para el establecimientos de un programa de conservación. Estas ventajas permitirán ejecutar acciones en corto y mediano plazo, que repercutirán en un problema de conservación de más de 40 años.

### 4.3 Bibliografía

- Ardila-Robayo, M.C., S.L. Barahona, & O.P. Bonilla. 2001. Actualización del status poblacional del Caimán Llanero (*Crocodylus intermedius*) en el Departamento de Arauca (Colombia). Pp. 57-67. En: Velasco, G., G. Colomine, G. Villarroel & M. Quero. Memorias del Taller para la Conservación del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Colombia y Venezuela. Caracas.
- Ardila-Robayo, M.C., S.L. Barahona, & P. Bonilla. 2002. Monitoreo Poblacional de *Crocodylus intermedius* (Caimán Llanero) en los ríos Guayabero y Duda (municipio de La Macarena – Meta). Informe. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.
- Babarro, R. 2014. Balance de las liberaciones de caimán del Orinoco (*Crocodylus*

- Intermedius*) en Venezuela : 25 Años De Esfuerzo. Bol. Acad. C. Fís., Mat. y Nat. 74 (2) 75–87.
- Espinosa-Blanco, A. S., & A.E. Seijas. 2012. Declinación poblacional del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en dos sectores del sistema del río Cojedes, Venezuela. ECOTRÓPICOS, 25(1), 22–35.
- Lugo, M. 1996. Avance en la investigación del estatus del caimán del Orinoco. Crocodile Specialist Group Newsletter 15(4): 14-16.
- Medem, F. 1981. Los Crocodylia de sur America Volumen I Los Crocodylia de Colombia. Colciencias. Pp 357. Bogotá D.C.
- Rueda-Almoacid, J. V., J. Carr, R. Mittermejer, J.V. Rodriguez-Mahecha, R. Mast, R. Vogt, A. Rhondin, J. de la Ossa- Velásquez, J. Rueda, & C. Mittermeier. 2007. Las tortugas y los cocodrilos de los países andinos del trópico. Serie de guías tropicales de campo N° 6. Conservación Internacional. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Pp 538. Bogotá D.C.
- Seijas A.E., & C. A. Chávez. 2002. Reproductive status and nesting ecology of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in the Cojedes river system, Venezuela. Vida Silvestre Neotropical. 11(1-2): 23- 32.
- Seijas, A. E., R. Antelo, J.B. Thorbjarnarson, & M.C. Ardila-Robayo. 2010. Orinoco Crocodile *Crocodylus intermedius*. 59 – 65 pp. En: Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan. Third Edition, ed. by S.C. Manolis and C. Stevenson. Crocodile Specialist Group: Darwin.